L 5669 F

grkg

Grundlagenstudien aus Kybernetik und Geisteswissenschaft

verlag modernes lernen
P.O.B. 748
D - 4600 Dortmund 1

Die Humankybernetik (Anthropokybernetik) umfaßt alle jene Wissenschaftszweige, welche nach dem Vorbild der neuzeitlichen Naturwissenschaft versuchen, Gegenstände, die bisher ausschließlich mit geisteswissenschaftlichen Methoden bearbeitet wurden, auf Modelle abzubilden und mathematisch zu analysieren. Zu den Zweigen der Humankybernetik gehören vor allem die Informationspsychologie (einschließlich der Kognitionsforschung, der Theorie über „künstliche Intelligenz" und der modellierenden Psychopathometrie und Geriatrie), die Informationsästhetik und die kybernetische Pädagogik, aber auch die Sprachkybernetik (einschließlich der Textstatistik, der mathematischen Linguistik und der konstruktiven Interlinguistik) sowie die Wirtschafts-, Sozial- und Rechtskybernetik. - Neben diesem ihrem hauptsächlichen Themenbereich pflegen die GrKG/Humankybernetik durch gelegentliche Übersichtsbeiträge und interdisziplinär interessierende Originalarbeiten auch die drei anderen Bereiche der kybernetischen Wissenschaft: die Biokybernetik, die Ingenieurkybernetik und die Allgemeine Kybernetik (Strukturtheorie informationeller Gegenstände). Nicht zuletzt wird auch metakybernetischen Themen Raum gegeben: nicht nur der Philosophie und Geschichte der Kybernetik, sondern auch der auf kybernetische Inhalte bezogenen Pädagogik und Literaturwissenschaft. -

La prihoma kibernetiko (antropokibernetiko) inkluzivas ĉiujn tiajn sciencobranĉojn, kiuj imitante la novepokan natursciencon, klopodas bildigi per modeloj kaj analizi matematike objektojn ĝis nun pritraktitajn ekskluzive per kultursciencaj metodoj. Apartenas al la branĉaro de la antropokibernetiko ĉefe la kibernetika psikologio (inkluzive la ekkon-esploron, la teoriojn pri „artefarita intelekto" kaj la modeligajn psikopatometrion kaj geriatrion), la kibernetika estetiko kaj la kibernetika pedagogio, sed ankaŭ la lingvokibernetiko (inkluzive la tekststatistikon, la matematikan lingvistikon kaj la konstruan interlingvistikon) same kiel la kibernetika ekonomio, la socikibernetiko kaj la jurkibernetiko. - Krom tiu ĉi sia ĉefa temaro per superrigardaj artikoloj kaj interfake interesigaj originalaj laboraĵoj GrKG/HUMANKYBERNETIK flegas okaze ankaŭ la tri aliajn kampojn de la kibernetika scienco: la biokibernetikon, la inĝenierkibernetikon kaj la ĝeneralan kibernetikon (strukturteorion de informecaj objektoj). Ne lastavice trovas lokon ankaŭ metakibernetikaj temoj: ne nur la filozofio kaj historio de la kibernetiko, sed ankaŭ la pedagogio kaj literaturscienco de kibernetikaj sciaĵoj. -

Cybernetics of Social Systems comprises all those branches of science which apply mathematical models and methods of analysis to matters which had previously been the exclusive domain of the humanities. Above all this includes *information psychology* (including theories of cognition and 'artificial intelligence' as well as psychopathometrics and geriatrics), *aesthetics of information* and *cybernetic educational theory*, *cybernetic linguistics* (including text-statistics, mathematical linguistics and constructive interlinguistics) as well as *economic*, *social* and *juridical cybernetics*. - In addition to its principal areas of interest, the GrKG/HUMANKYBERNETIK offers a forum for the publication of articles of a general nature in three other fields: *biocybernetics*, *cybernetic engineering* and *general cybernetics* (theory of informational structure). There is also room for *metacybernetic* subjects: not just the history and philosophy of cybernetics but also cybernetic approaches to education and literature are welcome.

La cybernétique sociale contient tous le branches scientifiques, qui cherchent à imiter les sciences naturelles modernes en projetant sur des modèles et en analysant de manière mathématique des objets, qui étaient traités auparavant exclusivement par des méthodes des sciences culturelles („idéographiques"). Parmi les branches de la cybernétique sociale il y a en premier lieu la psychologie informationelle (inclues la recherche de la cognition, les théories de l'intélligence artificielle et la psychopathométrie et gériatrie modeliste), l'esthétique informationelle et la pédagogie cybernétique, mais aussi la cybernétique linguistique (inclues la statistique de textes, la linguistique mathématique et l'interlinguistique constructive) ainsi que la cybernétique en économie, sociologie et jurisprudence. En plus de ces principaux centres d'intérêt la revue GrKG/HUMANKYBERNETIK s'occupe - par quelques articles de synthèse et des travaux originaux d'intérêt interdisciplinaire - également des trois autres champs de la science cybernétique: la biocybernétique, la cybernétique de l'ingenieur et la cybernétique générale (théorie des structures des objets informationels). Une place est également accordée aux sujets métacybernétiques mineurs: la philosophie et l'histoire de la cybernétique mais aussi la pédagogie dans la mesure où elle concernent la cybernétique.

ISSN 0723-4899

Grundlagenstudien aus Kybernetik und Geisteswissenschaft **L 5669 F**

Internationale Zeitschrift für Modellierung und Mathematisierung in den Humanwissenschaften
Internacia Revuo por Modeligo kaj Matematikizo en la Homsciencoj
International Review for Modelling and Application of Mathematics in Humanities
Revue internationale pour l'application des modèles et de la mathématique en sciences humaines



Inhalt * Enhavo * Contents * Matières

Band 26*Heft 4*Dez. 1985



Die GRUNDLAGENSTUDIEN AUS KYBERNETIK UND GEISTESWISSENSCHAFT (GrKG/Humankybernetik) wurden 1960 durch Max BENSE, Gerhard EICHHORN und Helmar FRANK begründet. Sie sind z.Zt. offizielles Organ folgender wissenschaftlicher Einrichtungen:

Institut für Kybernetik Berlin e.V. (Direktor: Prof. Dr. Uwe LEHNERT, Freie Universität Berlin)

TAKIS - Tutmonda Asocio pri Kibernetiko, Informadiko kaj Sistemiko (prezidanto: Prof. Inĝ. Aureliano CASALI, Instituto pri Kibernetiko San Marino; Ĝenerala Sekretario: d-ro Dan MAXWELL, Technische Universität Berlin)

La AKADEMIO INTERNACIA DE LA SCIENCOJ San Marino publikigadas siajn oficialajn sciigojn komplete en GrKG/Humankybernetik.

Grundlagenstudien aus Kybernetik und Geisteswissenschaft

International Zeitschrift für Modellierung und Mathematisierung in den Humanwissenschaften
Internacia Revuo por Modeligo kaj Matematikizo en la Homsciencoj
International Review for Modelling and Application of Mathematics in Humanities
Revue internationale pour l'application des modèles et de la mathématique en sciences humaines



Inhalt * Enhavo * Contents * Matières **Band 26*Heft 4*Dez. 1985**

 verlag modernes lernen Borgmann KG

Postfach 748, D-4600 Dortmund 1
Telefon (0231) 128008, Telex 17231329 inter S

Verlag und Anzeigenverwaltung | *Eldonejo kaj anonc-administrejo* | Publisher and advertisement administrator | *Edition et administration des annonces*

verlag moderners lernen Borgmann KG.

Ein Unternehmen der interService BORGMANN®-Gruppe

P.O.B. 748 · Hohe Straße 39 · D - 4600 Dortmund 1 · Tel. 0049 0 231 / 12 80 08
Telex: 17231 329 interS · Teletex 231 329

Die Zeitschrift erscheint vierteljährlich (März, Juni, September, Dezember) Redaktionsschluß: 1.des Vormonats. - Die Bezugsdauer verlängert sich jeweils um ein Jahr, wenn bis zum 1.Dezember keine Abbestellung vorliegt. - Die Zusendung von Manuskripten (gemäß den Richtlinien auf der dritten Umschlagseite) wird an die Schriftleitung erbeten, Bestellungen und Anzeigenaufträge an den Verlag. - Z.Zt. gültige Anzeigenpreisliste: Nr. 4 vom 1.1.1985.
La revuo aperadas kvaronjare (marte, junie, septembre, decembre). Redakcia limdato: la 1-a de la antaŭa monato. - La abondaŭro plilongiĝadas je unu jaro se ne alvenas malmendo ĝis la 1-a de decembro. - Bv. sendi manuskriptojn (laŭ la direktivoj sur la tria kovrilpaĝo) al la redaktejo, mendojn kaj anoncojn al la eldonejo. - Validas momente la anoncprezlisto 4 de 1985-01-01.
This journal appears quarterly (every March, June, September and December). Editorial deadline is the 1st of the previous month. - The subscription is extended automatically for another year unless cancelled by the 1st of December. - Please send your manuscripts (fulfilling the conditions set out on the third cover page) to the editorial board, subsription orders and advertisements to the publisher. - Current prices for advertisements: List no. 4 dated 1-1-85.
La revue apparait trimestriel (en mars, juin, septembre, decembre). Date limite pour la redaction: le 1e du mois precedent. - L'abonnement se continuera chaque fois par une annee, a condition que n'arrive pas le 1e de decembre au plus tard une revocation. - Veuillez envoyer, s.v.pl., des Manuscripts (suivant les indications sur la troisieme page de la couverture) a l'adresse de la redaction, des abonnements et des commandes d'anonces a celle de l'edition. - Au moment est en vigueur le tarif des anonces no. 4 du 1985-01-01.

Bezugspreis: Einzelheft 18,–DM, Jahresabonnement 72,–DM inkl. MWSt. und Versandkosten, Ausland 76,–DM

Druck: Reike Offset- und Siebdruck GmbH, D-4790 Paderborn-Wewer

grkg / Humankybernetik
Band 26 · Heft 4 (1985)
verlag modernes lernen

Der maximale zentrale Informationsfluß bei KÜPFMÜLLER und FRANK: beträgt er 50 bit/s oder 16 bit/s? Zum Nutzen und Schaden von Küpfmüllers Angaben für die Verbreitung der Informationspsychologie

von S. LEHRL und B. FISCHER, Erlangen und Klausenbach (D)

aus der Psychiatrischen Universitätsklinik Erlangen-Nürnberg, Abt. für Medizinische Psychologie und Psychopathometrie(Leiter: Prof. Dr. rer.nat. Dr. med. habil. W. Kinzel) und aus der Fachklinik Klausenbach der Landesversicherungsanstalt Baden (Chefarzt: Prof. Dr. med. B. Fischer)

1. Bedeutung und Eigenschaften des Informationsflusses zum Kurzspeicher

Kernstück der Informationspsychologie ist das quantitative Psychostrukturmodell nach H.G. Frank, das bereits in den Jahren 1959 und 1960 veröffentlicht wurde. In diesem Modell sind die Orte, Richtungen und Kanalkapazitäten des Informationsflusses expliziert.

1.1 Beziehungen zu anderen Variablen

Schon wegen seiner engen Verbindungen mit anderen Modellkomponenten, wie dem Akkomodator und dem vorbewußten Gedächtnis, sowie mit allen akuten informationalen Operationen, wie der sprachlichen Wahrnehmung, dem Lesen, Verstehen, Rechnen usw., ist der Informationsfluß zum Kurzspeicher C_K (oft synonym „zentrale Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit") von zentraler Wichtigkeit für die menschliche Informationsverarbeitung. Hinzu kommen die inzwischen mannigfach hervorgehobenen engen konzeptuellen Beziehungen zur Intelligenz (E. Roth, 1964; S. Lehrl, 1974; S. Lehrl, B. Straub, R. Straub, 1975; W.D. Oswald, E. Roth, 1978; H.J. Eysenck, 1980, 1983; V. Weiß, 1982, 1984 u.a.). Diese Beziehungen wurden inzwischen mehrfach empirisch bestätigt. Über die Verbindungen mit dem Niveau der Allgemeinen Intelligenz bzw. der geistigen Problemlösefähigkeit ergeben sich auch erhebliche Zusammenhänge zwischen Informationsfluß zum Kurzspeicher und der Bewältigung komplexer Schul- und Alltagssituationen. Davon zeugen letztlich die empirisch nachgewiesenen Korrelationen mit Schulnoten, allen voraus die Mathematiknote (V. Weiß, 1982; S. Lehrl, 1985), und die Fähigkeiten im Alltag wie der Kommunikationsfähigkeit (W.D. Oswald, 1981; S. Lehrl, 1985). Im psychopathologischen Bereich bestehen enge Beziehungen zwischen der Ausprägung reversibler körperlich begründbarer Psychosen (Funktionspsychose, hirnorganisches Psychosyndrom) und der Minderung des Informationsflusses zum Kurzspeicher (E. Roth, 1982; L. Blaha, 1984; S. Lehrl, 1985).

1.2 Eigenschaften

Aus informationstheoretischer Sicht hat der von dem Psychiater H.C. Shands schon 1959 hervorgehobene Sachverhalt besondere Bedeutung, wonach die Informationstheorie die adäquate Methode zur Darstellung der kontrollierten - gegenüber der hier

nicht zu erörternden automatischen (z.B. R.M. Shiffrin, W. Schneider, 1977; s.a. H.C. Shands, 1959) - Informationsverarbeitung ist. Shands charakterisiert diesen Vorgang (S. 212) als „„digital" in type, using principally the exteroceptive modalitaties and their cortical connections; it operates to make distinctions on a yes-nobasis. The primary method ist one of serial dichotomization, i.e., A and not-A, with the subsequent categorization of not-A into B and not-B."

Doch trotz dieser Adäquatheit zwischen Informationsfluß und informationstheoretischen Meßmöglichkeiten, hatte Shands keine quantitativen Angaben vorgelegt. Diese Leistung ist H.G. Frank (1959, 1960, 1969) zuzuschreiben.

Nach Franks Behauptung, die auf verschiedenen Untersuchungen basiert, beträgt der Informationsfluß zum Kurzspeicher C_K = 16 bit/s. Das bedeutet, daß die Apperzeptionsgeschwindigkeit, die Geschwindigkeit beim Denken, beim Suchen von Gedächtnisinhalten, beim Realisieren usw. maximal diese Größe erreichen. Weiterhin wirken sich die Sinnesmodalität (z.B. auditorisch, visuell) sowie Zeichenart (z.B. Ziffern, zweistellige Zahlen, Buchstaben, Punkte usw.) und ebenso das Zeichenrepertoire nicht modifizierend auf diese Größe aus. C_K ist demnach nicht nur quantitativ bestimmt, sondern auch mit einem hohen Generalitätsanspruch verknüpft. Letzteres rechtfertigt - im Gegensatz zu spezifischen Größen - je für die Verarbeitung von Ziffern, Buchstaben usw. pro Sinnesmodalität eine starke Vereinfachung der Modelle und Meßmöglichkeiten.

2. Hohe Generalisierung als möglicher Grund für mangelnde Durchsetzung

Die Frage ist, warum sich trotz der vielen angeführten Vorzüge die Quantifizierung dieses im kontrollierten Informationsverarbeitungssystem so wichtigen Parameters C_K nicht weiter durchgesetzt hat, warum er nicht Grundlage der Kognitions- und Intelligenzpsychologie ist.

Aus traditioneller psychologischer Sicht mag es der hohe Generalisierungsanspruch sein, wonach der Informationsfluß zum Kurzspeicher C_K = 16 bit/s für beliebige Modalitäten, Zeichenarten und Zeichenrepertoires gelten sollte. Psychologen, die u.a. multifaktorielle Intelligenztheorien wie L.L. Thurstone (1938) und J.P. Guilford (1965) vertreten, können diese Generalisierungstendenzen nicht ohne weiteres akzeptieren. Da an diesem Punkt wahrscheinlich das zu Beginn der 70er Jahre anwachsende Desinteresse an informationspsychologischen Modellen, wenn nicht sogar die Abwendung davon einsetzte, soll die Generalisierbarkeit von C_K näher behandelt werden.

Anschließend folgt am Beispiel der viel beachteten und zitierten Schätzungen von K. Küpfmüller (1959) des von ihm so bezeichneten „*maximalen Nachrichtenflusses im Menschen*" eine Prüfung, inwieweit sie den bei Frank implizierten Generalitätsanspruch rechtfertigen.

3. Küpfmüllers Angaben und deren Folgen für psychologische Modellbildungen

K. Küpfmüller (1959) hatte aus der Literatur und aufgrund eigener Überlegungen verschiedene Messungen, teils nur grobe Abschätzungen der Kanalkapazität der zentralen Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit zusammengestellt und in einer Graphik dargeboten, welche das Bild 1a wiedergibt. Die Mehrheit der Werte trifft sich zwar mit Franks Angaben, es gibt aber einige deutliche Abweichungen. Sie betreffen vor allem das Laut- und Leiselesen, die beide etwa die doppelte bis dreifache Größe der von Frank angenommenen Werte erzielen. Auf der anderen Seite steht „*Abzählen*" (von Gegenständen), welches nur bei ungefähr 1/5 des von Frank postulierten Wertes liegt. Nach den Darstellungen von Küpfmüller erhält man Orientierungswerte für die Kanalkapazitäten des zentralen Informationsflusses. Man wird sich darum, wie es auch Küpfmüller tut, vor allem einprägen, daß bei ungefähr 40 bis 50 bit/s das Vermögen der menschlichen Informationsverarbeitung liegt.

Die Ergebnisse Küpfmüllers sind ganz interessant, verweisen aber darauf, daß man wenigstens zwischen drei Kanälen der Informationsverarbeitung unterscheiden muß, nämlich dem Lesen, dem Abzählen von Gegenständen und den verschiedenen zusätzlich in dem Bild 1a wiedergegebenen Größen. Letztere könnten vielleicht zu einem Kanal zusammengefaßt werden.

Insgesamt scheint jedoch der Generalitätsanspruch des quantitativen Strukturmodelles nach Frank widerlegt; denn man identifiziert nach Küpfmüllers Angaben wenigstens drei unterschiedliche Kanäle und erwartet vermutlich noch mehr. Für Psychologen sind jedenfalls anhand dieser Befunde nur schwerlich Vorzüge der Informationspsychologie erkennbar. Vielleicht würde es noch als nützlich angesehen, daß man Größen der Informationsverarbeitung mit Zahlen kennzeichnen kann. Demgegenüber steht der Aufwand für die Umsetzung von Meßrohwerten in informationstheoretische Einheiten. Einen weiteren, wenn auch für die Theorienbildung wichtigen Vorteil könnte man höchstens noch erblicken, wenn, wie W.D. Oswald u. E. Roth (1978) schreiben, durch die Logarithmierung der Meßwerte lineare Funktionen entstünden.

4. Prüfung von Küpfmüllers Angaben und Vergleich mit gegenwärtig vorliegenden Meßwerten von C_K

Bei S. Lehrl (1985: unter B 3.1.2.2.2 und B 3.1.2.2.3) wurden ausführlich empirische Untersuchungen zum Lesen dargestellt - sie beziehen sich auf Arbeiten von F. Wenzel (1961) und S. Lehrl, A. Gallwitz u. L. Blaha (1980) -, welche die Annahme von Frank eindeutig stützen. In diesen für Erwachsene nahezu repräsentativen Studien wurden nicht annähernd die von Küpfmüller angeführten Werte erreicht. Damit stimmen die argentinischen Studienresultate von J.C. Carena et al. (1983) überein.

Küpfmüller gibt in seiner Literatur zu, daß die Bestimmungen der Lesegeschwindigkeit Schätzungen sind. Dabei geht er beim Lautlesen von der Äußerung von maximal 20 Buchstaben/s (3 bis 4 Wörter/s) aus, bei einem mittleren Informationsgehalt von 1.5 bit/Buchstabe. Das entspräche 7.5 bis 10.0 bit/Wort. Tatsächlich waren in der einschlägigen Literatur eher 5 bis 6 bit/Wort, also 2/3 von Küpfmüllers Annahmen, geschätzt worden (s.S. Lehrl, 1985: B 2.2.1.1.3). Außerdem wird von Küpfmüller die individuelle Begabung der Lesenden nicht beachtet (Studenten erreichen etwa 20 bits/s). Aber schon die Berücksichtigung des mehrfach ermittelten Informationsgehaltes von 5 bis 6 bit/Wort würde die Pauschalangaben von Küpfmüller auf 20 bit/s reduzieren. Damit gerieten sie in die Größenordnung der über das Buchstabenlesen erhobenen exakten Werte.

Die folgende Annahme ist von Küpfmüller gar nicht weiter belegt (S. 68): „Beim leisen Lesen ergeben sich noch höhere Werte, die allerdings nicht so gut definiert sind." Empirische Studien von S. Lehrl, B. Straub u. R. Straub (1975) stützen diese Hypothese nicht. Die exakten Werte für das Still- und Lautlesen von durchschnittlichen Erwachsenen wurden schraffiert in Küpfmüllers Graphik eingetragen (Bild 1b).

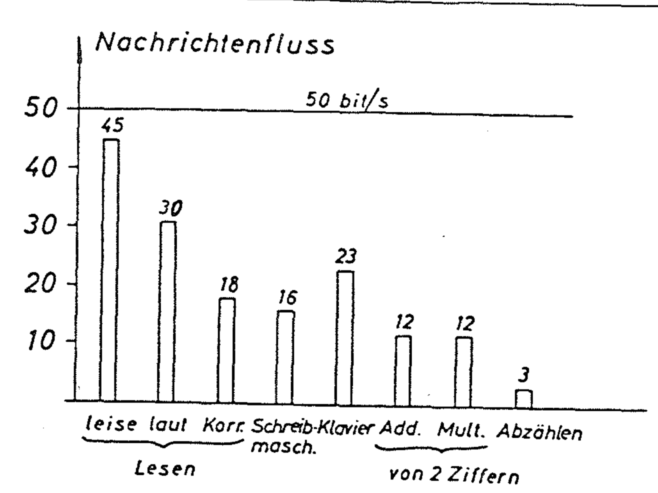


Bild 1a: Befunde über die Kanalkapazität des zentralen Informationsflusses nach Küpfmüller (1959).

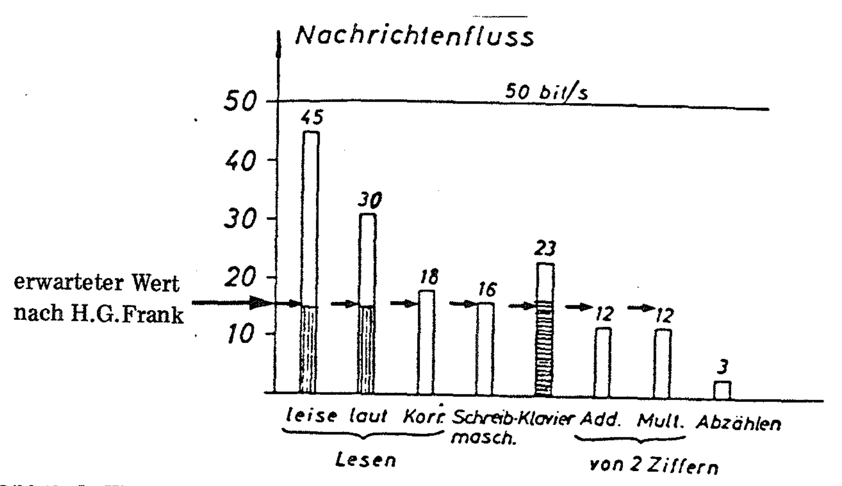


Bild 1b: In Küpfmüllers Darstellungen wurden die von H.G. Frank (1959, 1960) angegebene Größe der Kanalkapazität des Informationsflusses zum Kurzspeicher und (schraffiert) genaue Messungen eingetragen.

Führt man die notwendigen Korrekturen beim Lesen ein, gelangen diese Werte auf das gleiche Niveau wie die anderen Parameter, mit Ausnahme des einfachen Abzählens von Gegenständen. Schreibmaschineschreiben, Klavierspielen, Addieren und Multiplizieren haben nach Abschätzungen von Küpfmüller einen Informationsfluß von ungefähr 16 bit/s. Für das Klavierspielen hatte F. Wenzel (1961) durch seine Messsungen an Meisterschülern 17.2 bit/s und somit niedrigere Werte als die bei Küpfmüller angegebenen ermittelt. Bei den Additionen ging es darum, zwei Ziffern zu addieren und möglichst rasch die Summe zu sagen. Der Rechnende war dabei auf das Addieren eingestellt. Er mußte nur die beiden Summanden (von 0 bis 9: 3.3 bit/Ziffer) apperzipieren und die in der Schülerzeit stark überlernte Summe (0 bis 19: 4.2 bit/Summe) aus dem Gedächtnis holen. Da die meisten Menschen nach Küpfmüllers Angaben als mittlere Rechenzeit 0.9 s erreichen - exakte Messungen hierzu sollten in nächster Zukunft nachgeholt werden -, entspricht der Aufwand pro 0.9 s: 2 x 3.3 bit + 4.2 bit = 10.8 bit. Auf die Sekunde umgerechnet, resultiert: 10.8/0.9 (bit/s) = 12.0 bit/s.

Berücksichtigt man, daß nur ganze Binärentscheidungen durchgeführt werden, errechnet sich: (2·4 bit + 5 bit)/0.9 s = 13 bit/0.9 s = 14.4 bit/s. Dieser Wert liegt dicht am Durchschnittswert von C_K, wie es Frank fordert. Das gleiche gilt für Multiplikationen im Kleinen Einmaleins. Dafür ermittelte Küpfmüller 2 x 3.3 bit + 6.4 bit (Auswahl einer von 9 x 9 Möglichkeiten (warum nicht 10 x 10 Möglichkeiten?)) = 13 bit. Als Durchschnittszeit gab er für eine Multiplikation mindestens 1.1 s an und gelangte so zu ca. 12 bit/s. Durch Aufrundung auf ganze Binärentscheidungen erhält man 15 bit/1.1 s = 13.6 bit/s.

Beim Abzählen von Gegenständen dürften dagegen die Zeiten für die Motorik gegenüber der Wahrnehmungszeit von binären Ereignissen (Gegenstand da - nicht da: ca. 65ms) erheblich ins Gewicht fallen. Dies ist ein analoges Problem wie beim Zahlen-Verbindungs-Test nach W.D. Oswald u. E. Roth (1978), für den die Autoren Leistungen zwischen 1.5 und 3 bit/s ermittelten.

Während bei den Angaben von Küpfmüller sicher nur Erwachsene verglichen wurden, fehlt der Hinweis auf das Intelligenzniveau der Untersuchungsgruppen, wohl deshalb, weil hier keine Zusammenhänge vermutet worden waren. Immerhin treten dadurch noch, wie in der Differentiellen Informationspsychologie nachgewiesen, Schwankungen um mehrere bit/s auf. An erster Stelle ist an die so beliebten Untersuchungsgruppen der Studenten zu denken, die in der Informationsverarbeitungsgeschwindigkeit 3 bis 5 bit/s höhere Kanalkapazitäten als der Durchschnitt der Erwachsenen besitzen. Dadurch treten also noch Abweichungen von Franks Angaben auf, die jedoch schon ein geringeres Gewicht als die bei den Leseschätzungen und den komplizierteren, über die Basisprozesse hinausgehenden Operationen (Abzählen) in Küpfmüllers Angaben haben.

Nach Berücksichtigung der angeführten Korrekturen gelangt man zu der in Bild 1b dargestellten Graphik von der Größe C_K. Zum Vergleich werden die bei S. Lehrl (1985: unter B 3.1.2.2.1) zusammengetragenen Parameter in dem Bild 2 für durchschnittliche Erwachsene, für Studenten und Mischgruppen mit einem überrepräsentativen Anteil an Studenten wiedergegeben. Damit resultiert ein noch einfacheres Bild, als es sich selbst nach der Korrektur von Küpfmüllers Schätzungen ergibt (Bild 1b). Die von Frank implizierte Annahme einer generellen Kapazität der zentralen Informationsverarbeitung findet somit eine starke Stütze. Wenn man so will, ergibt sich eine einfache Gesetzmäßigkeit. Damit schält sich die Basis für ein einfaches, weil generelles Modell heraus. Diese empirisch begründete Grundlage hatte den bisherigen Modellen gefehlt.

5. Zur Wirkung von Küpfmüllers Angaben

Die von Küpfmüller vorgelegten Schätzungen dienen Psychologen als überzeugende Belege für ihre Spezifitätsannahme. Obwohl er sich das Verdienst erwarb, viel für die

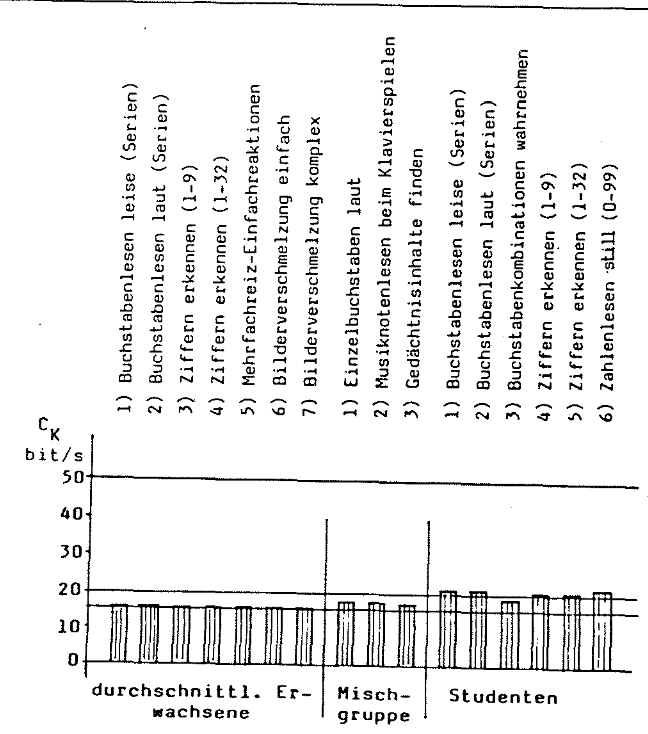


Bild 2: Kanalkapazität des Informationsflusses zum Kurzspeicher bei genauer Kontrolle der ein- und ausgegebenen Informationsmenge und der Zeit zwischen Ein- und Ausgabe. Im Gegensatz zu den teils nur groben Schätzungen Küpfmüllers (Bild 1a) gibt es nun Hinweise auf eine generelle Kanalkapazität der zentralen Informationsverarbeitung, die auch den Aufbau einfacher quantitativer Strukturmodelle rechtfertigt.

Akzeptanz der Idee, daß kognitive Vorgänge mit informationstheoretischen Methoden quantifizierbar sind, bei den der Kybernetik aufgeschlossenen Psychologenkreisen getan zu haben, hat er aufgrund seiner vagen Schätzungen vermutlich gleichzeitig den Durchbruch der Informationspsychologie verhindert. Damit wurden Fragen nach der unterstellten Generalität weiterer Größen wie der Gegenwartsdauer oder dem Informationsfluß zum vorbewußten Gedächtnis gar nicht erst relevant.

Tatsächlich scheint die Generalität, die für die Größe C_K nachgewiesen wurde, wie bei S. Lehrl (1985) ausführlich begründet, auch für die Gegenwartsdauer und die Gedächtnisspanne zu gelten. Damit müßte die Kurzspeicherkapazität, als Produkt aus C_K und Gegenwartsdauer, ebenfalls eine generelle Größe sein, wenigstens, soweit es die verbal-numerische Informationsverarbeitung betrifft. Die visuo-spatiale scheint dagegen typischerweise nicht sequentiell und binär abzulaufen und deshalb informationstheoretisch nicht so adäquat faßbar zu sein.

Schließlich sprechen die bei S. Lehrl (1985) zusammengetragenen Untersuchungsbefunde auch dafür, daß sich die Annahme eines generellen Informationsflusses zum vorbewußten Gedächtnis (Lerngeschwindigkeit) aufrecht erhalten läßt. Dazu sind jedoch, wie dort ausführlicher erörtert, noch Studien nach informationspsychologischen Kriterien durchzuführen.

Unter der Voraussetzung, daß die Informationspsychologie mit einer ganz geringen Zahl genereller kognitiver Grundgrößen viele komplexe, in der Erhebung aufwendige, theoretisch und praktisch oft nicht oder nur unscharf aufeinander beziehbare kognitive Variablen zu rekonstruieren erlaubt, müßte ihre mangelnde Berücksichtigung in der einschlägigen Forschung und Anwendung erhebliche wirtschaftliche Schäden hinterlassen. Man denke an die viele redundante Forschung, aber auch an die Abnahme umfangreicher, ebenfalls redundanter Tests, z.B. im Rahmen von Gutachten oder Therapiekontrollen. Mit welchen Variablen würde man auskommen?

Im großen und ganzen scheinen viele komplexe kognitive Leistungen in Tests und Alltagssituationen aus den drei *akut* wirkenden informationspsychologischen Grundgrößen
1) Informationsfluß zum Kurzspeicher,
2) Gegenwartsdauer und
3) Informationsfluß zum vorbewußten Gedächtnis
sowie aus der nicht informationspsychologischen
4) Dauerleistung (Durchhaltefähigkeit)
im verbal-numerischen Bereich zu bestehen. Aus dem Erfahrungsbereich, gewissermaßen als *chronische* Größe, kommt das
5) Vorwissen
hinzu.

Soweit visuo-spatiale Leistungen verbal-numerisch vermittelt werden, korrelieren sie mit obigen Komponenten. Für die „reine" visuo-spatiale Informationsverarbeitung, die eine enge Beziehung zur automatischen Verarbeitung hat und nur schwerlich meßbar ist, gelten vermutlich andere als die oben angegebenen Kapazitäten.

Jedenfalls haben die hier behandelten Befunde von Küpfmüller trotz seiner sonstigen Verdienste den Zugang zu den informationspsychologischen Ökonomisierungen der kognitions- einschließlich intelligenzpsychologischen Theorie und Praxis versperrt. Vielleicht trägt diese Arbeit dazu bei, ihn zu öffnen.

Schrifttum

BLAHA, L.: Klinische Ergebnisse zerebral wirksamer Medikamente in der Geriatrie. In: Böhlau, V. (Hrsg.): Altern: körperliches und geistiges Training - medizinische Therapie. Schattauer: Stuttgart-New York, 1984
CARENA, J.C., S. LESPINARD, M. DEL R. SOLHAUNE, J.L. FERRETTI, A. PARDAL, J. PLIEGO, R. ZETA, S. FERNANDEZ, L. TAMAGNO, M. RODRIGUES: Mesure de la Durée du Présent et du Movement Psychique Individuel en Termes de Vitesse d'Information. GrKG/ Humankybernetik 24 (1983) 177-181
EYSENCK, H.-J.: Intelligenzstruktur und Messung. Springer: Berlin-Heidelberg-New York, 1980
EYSENCK, H.-J.: A measure of intelligence. New Scientist 10 (1983) 668-669
FRANK, H.G.: Informationsästhetik - Grundlagenprobleme und erste Anwendung auf die Mime pure. Diss. Stuttgart, 1959
FRANK, H.G.: Über grundlegende Sätze der Informationspsychologie. GrKG 1 (1960) 25-32
FRANK, H.G.: Kybernetische Grundlagen der Pädagogik, Bd. 2. Agis: Baden-Baden, 1969, 2. Auflage
GUILFORD, J.P.: Persönlichkeit. Weinheim: Beltz, 1965
KÜPFMÜLLER, K.: Informationsverarbeitung durch den Menschen. Nachrichtentechn. Z. 12 (1959) 68 - 74
LEHRL, S.: Subjektives Zeitquant und Intelligenz. GrKG 15 (1974) 91-96

LEHRL, S.: Medizinische Informationspsychologie. Abgegeben als Habil. Schrift, Univ. Erlangen, 1985
LEHRL, S., A. GALLWITZ, L. BLAHA: Kurztest für Allgemeine Intelligenz (KAI). Vless: Vaterstetten-München, 1980
LEHRL, S. B. STRAUB, R. STRAUB: Informationspsychologische Elementarbausteine der Intelligenz. GrKG 16 (1975) 41-50
OSWALD, W.D.: Der Zahlen-Verbindungs-Test ZVT-G und Zusammenhänge mit Selbstbeurteilung, Alltagsaktivitäten und Persönlichkeitsmermalen bei N = 50 Probanden zwischen 63 und 84 Jahren In: Oswald, W.D., U.M. Fleischmann (Hrsg.): Experimentelle Gerontopsychologie. Beltz: Weinheim, 1981
OSWALD, W.D., E. ROTH: Der Zahlenverbindungstest (ZVT). Handanweisung. Hogrefe: Göttingen-Toronto-Zürich, 1978
ROTH, E.: Die Geschwindigkeit der Verarbeitung von Informationen und Ihr Zusammenhang mit Intelligenz. Z. exp. angew. Psychol. 11 (1964) 616-623
ROTH, E.: Hirnleistungsstörungen und Informationsverarbeitung. In: Bente, D., H. Coper, S. Kanowski (Hrsg.): Hirnorganische Psychosyndrome im Alter. Springer: Berlin-Heidelberg-New York, 1982
SHANDS, H.C.: Adaption and Information in Psychiatry. J. Nerv. Ment. Dis. 128 (1959) 204-213
SHIFFRIN, R.M., W. SCHNEIDER: Controlled and automatic information processing: II. Perceptual learning, automatic attending, and a general theory. Psychol. Rev. 84 (1977) 127-189
THURSTONE, L.L.: Primary Mental Abilities. Psychometric Monographs No 1. The University of Chicago Press: Chigago, Ill., 1938
WEISS, V.: Psychogenetik. Humangenetik in Psychologie und Psychiatrie. VEB Fischer: Jena, 1982
WEISS, V.: Psychometric intelligence correlates with interindividual different rates of lipid peroxidation. Biomed. Biochim. Acta 43 (1984) 755-763
WENZEL, F.: Über die Erkennungszeit beim Lesen. Kybernetik 1 (1961) 32-36

Eingegangen am 11. Mai 1985

Für die Autoren: Dr. Siegfried Lehrl, Psychiatrische Universitätsklinik, Schwabachanlage 6, D-8500 Erlangen

The maximal central information flow according to Kuepfmueller and Frank: Is it 50 bit/s or 16 bit/s? On the use and harm of Kuepfmuellers assessments for the spreading of the information psychology (summary)

It was in the same year, when K. Kuepfmueller and H.G. Frank published data on the maximal human inforation flow to the short store, the latter also being called„maximal speed of central information flow".The data of the both authors differ considerably in two aspects: 1) Kuepfmueller alleges about 45 to 50 bit/s and Frank 16 bit/s. 2) Though he didn't verbally explicate the hypothesis of specifity Kuepfmueller presented differing channel capacities of the information flow depending on the modalities of signs (letters, digits etc.) as well as modalities of senses (visual, auditive) and involved operations (reading, calculating etc.). Frank instead implied one single capacity (hypothesis of generality). On the basis of Kuepfmueller's publication some presuppositions of his assessments could be tested and turned out to be very unprecise whereby his premises by itselves explain his differing results from Frank's ones. Meanwhile measurements of these variables, some being identical with those of Kuepfmueller, have been published multiply. They confirm the quantitative level as well as the hypothesis of generality which had been stated by Frank. The tragedy of Kuepfmueller's publication consists in its initial positive effect on psychologists because their interests were drawn to the fact that cognitive variables are quantifiable by information theoretical methods. On the other hand, however, it implicitly presented arguments against the generality of channel capacity of information flow. By this the use of the conception has been made dubious. Thus Kuepfmueller probably has considerably contributed to the later decreasing interest of psychologists in information psychology.

grkg / Humankybernetik
Band 26 · Heft 4 (1985)
verlag modernes lernen

La kvanta mezurado kaj analizado de certaj elementoj de la moderna ĉina lingvo - ĝenerala observado kaj perspektivoj

de prof-o CHEN Yuan (CHN)

Direktoro de la Instituto pri Aplika Lingvistiko ĉe la Ĉina Akademio pri Sociaj Sciencoj

0. *Enkonduko*

0.1 *La moderna ĉina lingvo*

La moderna ĉina lingvo estas la ĉefa kaj unika lingvokomunikilo en nuntempa Ĉinio. Ĝi estas ĉiutage uzata de preskaŭ unu miliardo da homoj kaj sekve devas esti rigardata kiel la plej vaste uzata lingvo en la tuta mondo. El la citita granda nombro 950,000,000 uzas ĝin kiel gepatran lingvon dum la restantaj 50,000,000 apartenantaj al 55 minoritatoj en la teritorio de la Popola Respubliko de Ĉinio uzas ĝin kiel interetnan interkomunikilon.
Laŭ la artikolo 19 de la konstitucio de 1982, „la ŝtato devas disvastigi kaj popularigi la PUTONGHUA - la komunan lingvon de la tuta lando". „Putonghua" signifas la normigitan parollingvon por la tuta popolo.

0.2 *La moderna ĉina lingvo - skriba sistemo*

La skriba sistemo de la moderna ĉina lingvo ĝis nun ankoraŭ utiligas la izoliĝeman HANZI serion (ideograman serion konsistantan el grandnombraj izolitaj Hanzi). La Hanzi-sistemo estas unu el la plej antikvaj skribosistemoj de la mondo kaj ĝia originala formo estas tiuj skribaĵoj sur testudaj dorsoj aŭ sur ostoj de diversaj bestoj, kiuj ekzistis almenaŭ ekde la 14a jarcento antaŭ Kristnasko (mezurita science per Karbono 14).
En la uzado dum la pasintaj 34 jarcentoj la skribosistemo troviĝis ĉiam en proceso de simpligado, konsekvence la skribosistemo de la moderna ĉina lingvo estas nun multe pli simpliĝinta kompare al la antikva. Spite tion la sistemo ankoraŭ persiste utiligas la multnombrajn izolitajn ideogramajn unuojn - t.e. Hanzi.

0.3 *La helpilo por la skribsistemo* .

En la jaro 1958 la kvazaŭparlamento (nome, la Nacia Popola Kongreso) unuanime adoptis kaj poste publikigis la „Projekton PINYIN - fonetikan skribsistemon por la ĉina lingvo", kiel helpilon por faciligi la lernadon de Hanzi. Sekve, apud la hereda skribsistemo (Hanzi) oni jam havas alian helpan skribmanieron uzantan latinajn literojn. La latiniga projekto ankoraŭ ne estas lingva sistemo sed nur helpilo al la skribsistemo.

0.4 *Kvanta mezurado kaj analizado*

Dum longa periodo oni ne akiris rezulton koncerne la kvantan mezuradon kaj analizadon por la moderna ĉina lingvo. Nur dum la pasintaj dek jaroj oni utiligante modernajn sciencajn metodojn (kiel informatikon, probablecteorion, matematikan statistikon k.a.) kaj komputilon ĝenerale entute akiris iujn datumojn.
La celo de ĉi tiu artikolo estas doni ĝeneralan observadon tiurilate kaj analizojn bazitajn sur la datumoj.

1. *Nocioj*

1.1 *Hanzi (* 汉字 *)*

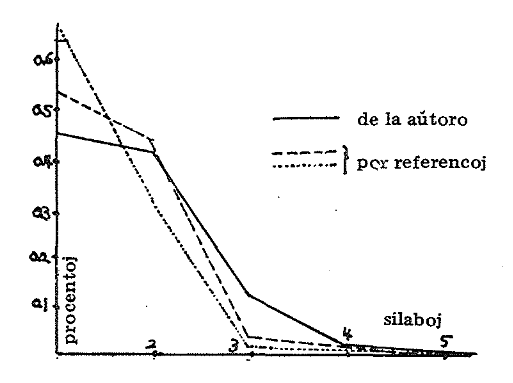
„Hanzi" (en la angla lingvo, *character*) estas la baza unuo de la skribosistemo de la moderna ĉina lingvo. Ĉiu estas izolita ideografa simbolo, tute ne fonetika. Hanzi malsimilas al *vorto* de modernaj eŭropaj lingvoj. Hanzi estas leksika unuo en vortaro, tamen ĝi ne tute egalas al *vorto*.

1.2 *Vorto (= Ci* 词*)*

CI (vorto) estas la baza unuo kun kompleta semantika enhavo. Laŭ la mezurado de la aŭtoro, la proporcio de vortoj en tekstoj kun nesamaj nombroj da silaboj estas jene: (la unua kolumno montras la ciferojn mezuritajn de la aŭtoro kaj en la dua kaj tria kolumnoj troviĝas ciferoj mezuritaj de diversaj aŭtoroj)

	I	II	III
1-silaba vorto	41-47%	52,9%	66,89%
2-silaba vorto	40-45%	43,8%	31,69%
3-silaba vorto	12%	2,6%	0,94%
4-silaba vorto	2%	0,9%	0,48%

Oni povas gajni koncizan impreson montritan sur bildo 1. Resume, oni povas diri ke preskaŭ 40% de la vortoj konsistas el nur unu hanzi (ideogramo), sed 60% de la vortoj el du aŭ pli da hanzi. Tamen en la antikva ĉina lingvo, unusilabaj vortoj konsistigas 70% de la vortoj en ĉiu teksto.



bildo 1

1.3 *Morfemo*

La baza unuo enhavantan sonon kaj signifon estas morfemo. Por ĝenerale diri, en la moderna ĉina lingvo ĉiu hanzi signifas unu morfemon. Unu hanzi povas esti vorto, sed ofte (en 50 ĝis 70% de la okazoj) estas nur morfemo.

1.4 *Tono*

Tono estas speciala elemento de la ĉina lingvo. Tono malsimilas al *akcento* en modernaj eŭropaj lingvoj pro tio ke ĝi alportas pli da estetikaj valoroj. Principe ĉiu silabo (en skribsistemo ĉiu hanzi) en Putonghua havas unu el 4 tonoj, dume pli da tonoj ekzistas en diversaj dialektoj de la lando.

1.5 *Silabo*

Ĉiu hanzi povas esti rigardata kiel unu silabo, alivorte, ĉiu hanzi havas nur unu silabon, dum ĉiu silabo havas unu el 4 tonoj.
Praktike Putonghua (normigita komuna parollingvo) havas nur 1333 silabojn kun malsamaj tonoj (tamen prof. Y.R.Chao asertis ke troviĝas nur 1279 tiaj). Oni povas rimarki ke la silaboj en la moderna ĉina lingvo multe malmultiĝis kompare al tiuj en la antikva ĉina lingvo, kiel ekzemple la nombroj de la silaboj cititaj en rimarlibro „Guangyün" publikigita en la komenco de la 11a jarcento, t.e. dum la Song-dinastio, atingis 3877.
La informacio de ĉiu silabo en la moderna ĉina lingvo estas $\log_2 1333 = 10{,}33$ bitoj.
El la 1333 silaboj 782 (66,26%) estas silaboj kiuj finiĝas per vokalo aŭ diftongo, dum 551 (33,74%) finiĝas per la nazaj konsonantoj [n] aŭ [ŋ]. Ne troviĝas silabo kun finiĝo per alia konsonanto. Oni povas facile konkludi ke silaboj kun vokala finiĝo konsistigas preskaŭ du trionojn de la tuta silabaro.

2. *Mezurado kaj analizado*

2.1 *Kiom da hanzi troviĝas entute?*

Kiom da hanzi troviĝas en la ĉina skriba lingvo? Jen estas eble enigmo al kiu neniu povas akurate respondi.
Troviĝas 42.174 unuoj (hanzi) en la „Kangxi Zidian" (vortaro kompilita sub la gvidado de la reĝo Kangxi), la unua vortaro en moderna senco publikigita en la 18a jarcento (1716). La 13-voluma granda ĉina-japana vortaro eldonita en Tokio (1960) kolektis 49.964 unuojn (hanzi), inkluzive kelkajn ideogramojn kiujn la japana lingvo uzas sed ne konatajn en la ĉina .
Mezskala ĉina vortaro enhavas proksimume 10.000 ± 1000 unuojn (hanzi). La kodolibro por telegrafa komunikado enhavas malpli ol 10.000.
Por satigi la bezonadon por informaci-interŝanĝo speciale por la komputila uzado la Ŝtata Buroo por Standardoj (Normigoj) publikis kodon konsistantan el 6763 unuoj da hanzi (vd. GB = Ŝtata Normo 2312-80) el kiuj la unua kategorio (ofte uzata) konsistas el 3755, dum la dua kategorio (ne ofte uzata) konsistas el 3008. Oni publikigos en la sekvantaj jaroj du aldonajn kategoriojn kun pli ol 8884 unuoj respektive. Sinsekve ni havos entute 24.531 unuojn da hanzi.
Oni povas diri ke 6763 estas la proksimuma maksimuma nombro da hanzi uzataj en la moderna ĉina lingvo.

2.2 *Entropio de hanzi*

Laŭ la formuloj de informaciteorio oni mezuris kaj kalkulis la entropion de hanzi kaj eltrovis ke kiam la nombro da hanzi (la kapacito) pligrandiĝas de 5221 al 12.370, la entropio de unu hanzi pliampleksiĝas de 9,64 bitoj al 9,65 bitoj. Kiam la nombro pligrandiĝas ĝis cifero pli alta ol 12.370 la entropio restas preskaŭ la sama (t.e. 9,65 bitoj). Konsekvence oni povas aserti ke la entropio de unu hanzi aperanta en teksto egalas 9,65 bitoj.

2.3 *Redundanco*

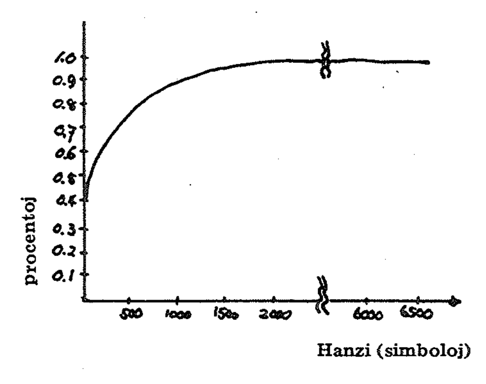
La redundanco de hanzi kalkuliĝis kiel 56-74%.

2.4 *La frekvenco (ofteco) de hanzi*

La mezurado per komputilo de la frekvenco (ofteco) de hanzi aperantaj en frazoj de tekstoj en la moderna ĉina lingvo montris ke en materialoj el diversaj kampoj kun 11.873.029 unuoj (hanzi) troviĝis nur 7745 malsamaj hanzi. La materialoj estas limigitaj al la periodo 1977-1982. Jen kelkaj datumoj:

Hanzi uzataj	Procentoj por la kovrita teksto
162	50,07%
602	80,01%
1052	90,00%
2850	99,00%
5016	99,90%
6580	99,99%

Alivorte oni povas diri ke la 1546 plej ofte uzataj hanzi konsistigas jam 95% de la tekstoj, dum la restaj 6199 unuoj konsistigas nur 5% de la tekstoj (bld.2). Do oni rajtas diri ke se oni konas la 1546 plej ofte uzatajn hanzi oni jam konas 95% de la hanzi en teksto - kompreneble *nur* la hanzi (morfemojn) sed ne la signifojn de la vortoj.



bildo 2

2.5 *La frekvenco (ofteco) de vorto*

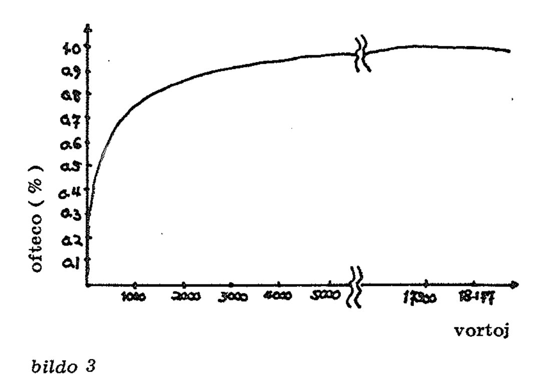
La difino de „vorto" en la moderna ĉina lingvo estas tre kompleksa problemo kaj ĝis nun ankoraŭ ne definitive solvita. Se oni konus sufiĉe da hanzi sed ne konas sufiĉe da vortoj (kiuj estas formataj de unu aŭ pli ol unu hanzi), oni tute ne povus kompreni la signifon de teksto. Do, kiom da ofteuzataj vortoj oni devas koni por kompreni ĉiutagajn legaĵojn? Tiu demando nun havas respondon, kvankam ankoraŭ ne kontentigan. La problemo devas esti solvita surbaze de la mezurado kaj analizado de frekvenco (ofteco) de vortoj aperantaj en tekstoj de la moderna ĉina lingvo (en la suprecitita periodo, nome 1977-1982).

Ĝis tiam oni nur havas ciferojn el vortaroj, kiel ekzemple:

„PINYIN (latiniga fonetika) Leksikono" (1964)	59.100 vortoj
„Moderna Ĉinlingva Vortaro" (1965/1978)	56.000
„Ofteuzata Vortaro por Vortfarado" (1982)	90.000
„Moderna Ĉinlingva Leksikono" (1984)	100.000

Lastatempe institutoj mezuras la frekvencojn de vortoj aperintaj en lernolibroj de la ĉina lingvo por elementaj kaj mezgradaj lernejoj kaj samtempe ankaŭ la frekvencon de vortoj aperintaj en gazetoj, ĵurnaloj ktp. La rezultoj montras:

vortoj	procentoj
1000	74,32%
5000	92,70%
kaj la restaj 13.177	7,30% (vd. bildo3)



bildo 3

Surbaze de ĉi mezurado ni akiras tabelojn pri plejofteuzataj vortoj, ofteuzataj vortoj ktp. La mezuradoj koncernas unue la materialojn de lernolibroj kun 338.146 vortoj, kaj poste la materialojn de gazetoj kaj ĵurnaloj kun pli ol 1.800.000 hanzi.

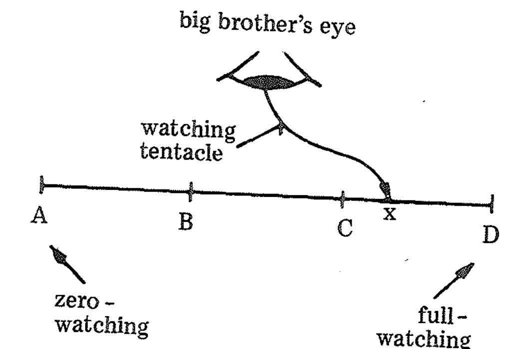


Bild: Definitionsbereich der „individual"watching function.

Anmerkung:

Der vorgelegte Rekonstruktionsansatz entspricht nicht nur Carnapschen Exaktheitsforderungen im Sprachumgang, sondern auch der von meinem verehrten Lehrer Ernst August Dölle vielfach geübten, auch experimentaltechnisch unterstützten explizierenden Vorgehensweise. Vgl. hierzu insbesondere die Beiträge von A. Vukovich und W.D. Fröhlich in: *Dichotomie und Duplizität*. Grundfragen psychologischer Erkenntnis. Ernst August Dölle zum Gedächtnis, hrsg. von T.W. Herrmann; Bern-Stuttgart-Wien: Huber 1974. Es verdient vielleicht Erwähnung, daß es gerade der von Dölle gegründete „Pflegeverein linguistischer Ordnungsparameter (PLOP)" war, in dessen beliebten Diskussionsrunden quantitative Explikationsmodelle komplexer sprachlicher Zeichenreferenda phantasievoll durchgespielt wurden.

Schrifttum

CARSTENSEN, B. (1984): „1984, 1985 und die Folgen". paderborner studien 18.3/4 (1984), 71-74.
ORWELL, G.: Neunzehnhundertvierundachtzig (übersetzt von K. Wagenseil). Konstanz-Stuttgart: Diana 51950.
ORWELL, G.: 1984 (neu übersetzt von M. Walter). Frankfurt-Berlin: Ullstein 1984.
WUNDERLICH, D.: Grundlagen der Linguistik. Reinbek b. Hamburg: Rowohlt 1974.

Eingegangen am 6. Mai 1985

Anschrift des Verfassers: Prof. Dr. H. Stachowiak, Taubenweg 11, D-4790 Paderborn

grkg / Humankybernetik
Band 26 · Heft 4 (1985)
verlag modernes lernen

Aufbau und Ergebnisse eines Falsifikationsexperiments zur Schwierigkeitsstufung von Internoperationen

von Harald RIEDEL (Berlin)

Aus dem Institut für Unterricht im allgemeinbildenden Bereich der Technischen Universität Berlin

1. Vorbemerkung

Im Heft 3 habe ich über die Vorbereitung eines Falsifikationsexperiments zur Schwierigkeitsstufung von Internoperationen berichtet. Im einzelnen habe ich beschrieben,

- daß die Internoperationen des Auswertens und konvergenten Denkens innerhalb der Systemtheoretischen Didaktik einen wichtigen Stellenwert besitzen,
- wie, ausgehend von der Definition beider Internoperationen, zwei Theoreme (über den unterschiedlichen Schwierigkeitsgrad der Operationen und über eine technologische Konsequenz hieraus) abgeleitet wurden,
- wie die Theoreme in falsifizierbare Hypothesen überführt wurden,
- wie, aufbauend auf den Modellvorstellungen der Systemtheoretischen Didaktik, die im Experiment zu kontrollierenden Variablen bestimmt werden konnten,
- in welcher Art und Weise die unabhängigen Variablen systematisch variiert wurden.

In diesem Beitrag werde ich zunächst beschreiben, wie das Experiment organisiert und durchgeführt wurde, um zu verhindern, daß eine Scheinverifikation der Hypothesen erfolgte.

2. Zur Durchführung der Experimente

Die Versuche wurden mit Schülern der ersten bis vierten Klassenstufen aus der Schweizerhofschule, der Zinnowwaldschule und der Christoph-Ruden-Schule in Berlin durchgeführt*, die Vorversuche zur Verbesserung und Eichung des Instumentariums und zur endgültigen Festlegung der zu kontrollierenden Variablen (Hilfsmittel, Initiationen und organisatorische Maßnahmen) in der Zeit vom 29.10.82 bis 1.2.83, die Hauptversuche in der Zeit vom 22.2.83 bis 16.8.83. Nachdem die Versuchspersonen lediglich über einen Nebenzweck der Untersuchung und darüber informiert worden waren, daß sie keine Konsequenzen hinsichtlich Beurteilung oder Benotung zu befürchten hatten, wurde die Erkennensphase realisiert. Hierzu entwickelten wir ein spezielles Operationsobjekt: Ein halbtransparenter Spiegel, der sowohl das Erkennen als auch die Kontrolle der Lage von Spiegelobjekten dadurch erleichtert, daß wiederholt auf

* Ich danke der Schulrätin Frau A. Arbeit für die Genehmigung zur Durchführung der Versuche und den betroffenen Rektoren für ihr Interesse und ihre organisatorischen Hilfen. Besonderer Dank gilt den beteiligten Lehrerinnen, die verständnisvoll und bereitwillig einzelne Schüler aus dem Unterricht beurlaubten, damit die Versuche während der Schulzeit durchgeführt werden konnten.

Operationen an realen Objekten zurückgegriffen werden kann. Mit Hilfe dieses Operationsobjektes gelang es ohne Schwierigkeiten, auch den Schülern der 1. Klasse die notwendigen Grundinformationen über „Symmetrie" zu vermitteln.

Entsprechend den beschriebenen Beobachtungskriterien (vgl. Riedel 1985, Pkt. 5.2.1) wurden die Leistungen der Schüler während der Erkennensphase festgehalten. Der Erkennensphase folgte eine ca. fünfminütige Pause, in der die Versuchsperson sich mit einer Schülerzeitschrift beschäftigen konnte, damit die Versuchsleiterin Zeit hatte, die Versuchsperson entsprechend den gezeigten Leistungen parallelisierend der Gruppe A oder B zuzuordnen und den Schwierigkeitsgrad jenes Objekts zu bestimmen, mit dem die Versuchsperson im Experiment als erstes konfrontiert werden sollte. Anschließend wurden die experimentellen Phasen realisiert.

In den Aufgaben zum Auswerten mußten die Versuchspersonen Original- und Spiegelpunkte mit einem Stift zeigen und die Spiegelung auf Richtigkeit überprüfen. In den Aufgaben zum konvergenten Denken mußten sie die Spiegelpunkte selbst finden und ihre Lage dadurch markieren, daß sie farbige Stecknadeln in den Zeichenträger einstachen.

Um soweit als möglich eine „natürliche" Kommunikationssituation zu erhalten, sprach die Versuchsleiterin mit der Versuchsperson in freier Rede, hielt sich dabei jedoch so eng wie möglich an die zuvor erprobten und schriftlich niedergelegten Initiationen. Alle organisatorischen Maßnahmen wurden streng nach der Versuchsanleitung durchgeführt (vgl. Riedel 1985, Pkt. 5.1). Bei allen Objekten (2-4), welche die Spiegelung mehrerer Punkte verlangten, wurde die Arbeit mit dem schwierigsten Punkt begonnen, um zu vermeiden, daß sich die Versuchspersonen beim konvergenten Denken an zuvor erreichten richtigen Spiegelungsergebnissen zusätzlich auswertend orientieren konnten. Bei den Auswertaufgaben wurde zunächst das gesamte Spiegelbild aufgedeckt, dann wurden durch Abdecken jeweils nur einzelne Punktpaare zum Vergleich freigegeben. Sowohl beim Auswerten als auch beim konvergenten Denken wurden die Fehlerzahlen und -positionen sofort notiert, bevor das nächste Objekt vorgelegt wurde. Die Spiegelungsergebnisse beim konvergenten Denken wurden durch Einkreisen der Nadelstiche fixiert, um nachträgliche Kontrollen zu erleichtern. In den Vorversuchen hatte es sich herausgestellt, daß den Versuchspersonen nicht erlaubt werden durfte, mit den Stecknadeln vor dem eigentlichen Einstechen Suchbewegungen und damit verbundene Auswertoperationen auf dem Operationsobjekt vorzunehmen.

3. Zur Organisation der Experimente

3.1 Zur Gruppenbildung

Die Hypothese H_1, die voraussagte, daß die Versuchspersonen beim Auswerten weniger Fehler als beim konvergent denkenden Anwenden machen würden (vgl. Riedel 1985, Punkt 4), würde nur verlangen, daß die Versuchspersonen beider Gruppen A und B jeweils entweder nur auswertend oder konvergent denkend operieren müßten. Die Hypothese 2 dagegen erfordert, daß jede Versuchsperson sowohl auswerten als auch konvergent denken muß, andernfalls wäre ja nicht nachzuweisen, daß eine Versuchsperson eine bestimmte Information mit „kritischem Informationsgehalt" zwar noch auswertend, aber nicht mehr konvergent denkend anwenden kann.

Nun spielt aber die Reihenfolge, mit der die Operationen durchgeführt werden, eine wichtige Rolle. Auch bei fehlerhaftem Operieren der ersten Art könnte eine Versuchsperson so viel dazugelernt haben, daß sie die Operation zweiter Art schon fehlerlos oder mit geringerer Anzahl von Fehlern durchführen kann. Daher wurde der Versuch so aufgebaut, daß die Versuchspersonen der Gruppe A die jeweiligen Objekte zuerst auswertend, dann konvergent denkend anwenden mußten, die Versuchspersonen der Gruppe B in der umgekehrten Reihenfolge.

Gleichgültig, ob die Versuchsperson dem Versuch nach dem Organisationsschema A oder B unterzogen wurde, die Leistungen beim Auswerten und konvergenten Denken konnten immer direkt miteinander verglichen werden. Jede Versuchsperson diente also insofern als eigener Kontrollpartner.

In beiden Gruppen wurde der Schwierigkeitsgrad der Objekte erhöht, falls die Versuchsperson beide Internoperationen fehlerfrei ausführen konnte. Er wurde verringert, falls beide Operationen zu Fehlern führten.

3.2 Vorrangigkeit der theoretischen Hypothesen

Den Organisationsplänen für die Gruppe A und für die Gruppe B ist zu entnehmen, in welcher Reihenfolge die Versuchspersonen mit welchem Objekt und mit welcher Internoperation im Experiment konfrontiert wurden. Die Versuchsleiterin hatte streng nach diesen (unterschiedlichen) Organisationsplänen zu verfahren. Folgende Grundgedanken liegen den Organisationsplänen zugrunde: Die Untersuchung soll vorrangig die schärfere der beiden theoretischen Hypothesen, H2, überprüfen. Daher wurde der Fortgang des Experiments zu jedem Zeitpunkt danach bestimmt, ob die Versuchsperson eine fehlerfreie oder fehlerhafte Leistung vollzogen hat (im Organisationsschema in Bild 1 durch „Plus"- und „Minus"-Zeichen symbolisiert). Unabhängig davon können aber zur Überprüfung der Hypothese H1 die Daten jener Fälle dienen, in denen die Versuchspersonen an einem Objekt gleichen Schwierigkeitsgrades Fehler sowohl beim konvergenten Denken als auch beim Auswerten gemacht haben, indem die Fehlerzahlen aller dieser Fälle bei Aufgaben einerseits zum Auswerten, andererseits zum konvergenten Denken verglichen werden.

3.3 Hinweise auf technologische Hypothesen H3 und H4

Nach Möglichkeit soll die Untersuchung auch Hinweise zum Gehalt der technologisch ausgerichteten Hypothesen H3 und H4 erbringen. Obwohl das Experiment eigentlich nur zur Beantwortung der theoretisch orientierten Hypothesen H1 und H2 angelegt wurde, ergab sich die Möglichkeit, aus der Versuchsgruppe B Aussagen zur Richtigkeit von H3/H4 zu gewinnen: Hat eine Versuchsperson bereits an einem Objekt zunächst fehlerhaft konvergent gedacht, dann aber fehlerlos ausgewertet („Theo +"), so wird ihr nochmals ein Objekt zum konvergent denkenden Anwenden vorgelegt, das äquivalent zu jenem ist, das die Versuchsperson (vor dem fehlerfreien Auswerten) nicht konvergent denkend bewältigen konnte. Erbringt die Versuchsperson nun eine positive Leistung beim neuerlichen konvergenten Denken, so muß dies als Wirkung der vorangegangenen Auswert-Operation interpretiert werden. Jedenfalls hat die Versuchsperson ja vor dem Auswerten eine äquivalente Leistung beim konvergenten Denken nicht erbringen können. Es sei darauf hingewiesen, daß sich eine Möglichkeit zur Falsifizierung dieser Hypothesen in die Untersuchung allerdings nicht

einbauen läßt, was durch grundsätzliche wissenschaftstheoretische Zusammenhänge bedingt ist (vgl. dazu H. Riedel 1984). Insofern können die durch den Fall „T+" gewonnenen Daten (s. Plan B) lediglich einen Hinweis auf eine zu konzipierende experimentelle Untersuchung zur technologischen Fragestellung liefern, nicht aber etwa die Wirksamkeit der technologischen Vorschrift zur Erzeugung von Operationsergebnisketten bereits erweisen. Im gleichen Sinn nur können jene Ergebnisse verwertet werden, die man erhält, wenn man die unterschiedlichen Anzahlen der „Theo +" und „Theo -"-Fälle in den Gruppen A und B vergleicht. Da die Versuchspersonen in der Gruppe A ja erst auswerten und dann konvergent denken müssen, erhalten sie (im Sinne des Lernprozesses „bewußte Imitation"; vgl. Theorem 2) mit der Auswertphase ein Stück Unterricht, der sie eher dazu befähigen müßte, die Objekte (anschließend) fehlerfrei konvergent denkend anzuwenden als in der Gruppe B, wo die Versuchspersonen zuerst konvergent denken und dann auswerten müssen. Der Hypothese H4 zufolge müßte daher eine höhere Zahl „Theo +"-Fälle in Gruppe B als in Gruppe A auftreten.

3.4 Jede Versuchsperson als eigener Kontrollpartner

Jede Versuchsperson soll nach Möglichkeit mehrere Daten-Paare liefern. Für diese Forderung gibt es zwei Gründe: Der erste ist inhaltlicher Art: Obwohl - wie in Punkt 6.8 dargestellt - ein eigens hierfür entwickeltes Programm zur Ausscheidung von Zufallsergebnissen eingesetzt wurde, konnte die Aussagekraft der Ergebnisse dadurch erhöht werden, daß eine Versuchsperson an Objekten verschiedenen Schwierigkeitsgrades die gleichen Ergebnisse entweder zugunsten des Auswertens oder des konvergenten Denkens lieferte. Der andere Grund zielt auf eine ökonomische Realisierung des Experiments: Die Erkennensphase beanspruchte mehr Zeit als die eigentliche experimentelle Phase. Der hiermit verbundene Zeitaufwand kann durchschnittlich verringert werden, wenn eine Versuchsperson mehr als ein Ergebnis lieferte. Aus beiden Gründen wurde die Untersuchung in den Fällen „Theo +" und „Theo -" mit anderen Objekten fortgesetzt.

3.5 Zur Ökonomie der Versuche

Von jeder Versuchsperson soll nach Möglichkeit mindestens ein verwertbares Daten-Paar gewonnen werden. Es war vorauszusehen, daß Versuchspersonen oftmals an einem Objekt beide Operationen nicht fehlerlos ausführen können, am nächstleichteren Objekt jedoch jedesmal fehlerfrei arbeiten, oder umgekehrt an einem Objekt beide Operationen fehlerfrei durchführen, am nächsten jedoch beide fehlerhaft. Um dennoch verwertbare Daten auch von diesen Versuchspersonen zu erhalten, wurde zum Objekt jeder Schwierigkeitsstufe ein „äquivalentes" Objekt konstruiert, das im Schwierigkeitsgrad dem Ursprungsobjekt sowohl hinsichtlich der Bestandteile des Unterrichtsobjekts als auch jener des Operationsobjekts gleichwertig ist. Diese äquivalenten Objekte konnten in den oben beschriebenen Fällen eingesetzt werden und führten häufiger zu verwertbaren Daten („Theo +" oder „Theo -"-Fälle im oberen Teil des Organisationsschemas des Bildes 1 und 2).

3.6 Zum Schwierigkeitsgrad des ersten Experiments

Jede Versuchsperson sollte möglichst wenig (unnötige) Operationen ausführen, bis die für sie „kritische Informationsmenge" erreicht ist. Daher begann die Versuchsperson mit Operationen an einem Objekt mit jenem Schwierigkeitsgrad, der aufgrund der Beobachtungsergebnisse während der Erkennensphase nach einem in Vorversuchen erprobten Zuordnungsschlüssel bestimmt worden war. Konnte die Versuchsperson beide Operationen am Operationsobjekt fehlerfrei ausführen, so wurde ihr das nächstschwerere Objekt vorgelegt. Konnte sie keine der beiden Operationen fehlerfrei ausführen, so mußte sie das nächst-leichtere Objekt bearbeiten.

3.7 Zur Dauer der Experimente

Jede Versuchsperson soll nur solange am Experiment teilnehmen, wie sie es wünscht. Sobald das Experiment zu einem Ergebnis „Theo +" oder „Theo -" geführt hat, wurde die Versuchsperson vor der Fortsetzung des Experiments befragt, ob sie noch Lust hätte, weiter am Experiment teilzunehmen.

3.8 Maßnahmen zur Falsifikation

3.8.1 Beide Anordnungen sind geeignet, die Hypothesen H1 und H2 zu falsifizieren. Die - theoretisch vorausgesagte - geringere Schwierigkeit des Auswertens gegenüber dem konvergenten Denken hat im Falle A den Vorzug - dem alten unterrichtlichen Prinzip „vom Leichten zum Schweren" folgend - einen allmählichen Lernfortschritt zu verwirklichen, den Informationsgehalt der zu bewältigenden Objekte also schrittweise zu verringern, so daß die Wahrscheinlichkeit größerer Fehlerhäufigkeiten beim konvergenten Denken stark herabgesetzt ist. In Gruppe B dagegen müssen die Lernenden erst die schwierigere Operation ausführen, was leicht zu Verwirrung und Unsicherheit führen kann, sobald die „kritische Informationsmenge" erreicht ist, so daß hier eher Fehler als beim folgenden Auswerten auftreten müßten. Damit H1 und H2 nicht widerlegt werden, wird verlangt, daß die Zahl der fehlerlosen bzw. weniger fehlerhaften Leistungen jedoch in beiden Gruppen signifikant höher beim Auswerten ist.

3.8.2 Die Wahrscheinlichkeit für eine Widerlegung der zu untersuchenden Hypothesen soll größer als jene der Bestätigung sein. Diese Forderung konkretisierte sich in folgenden Punkten:
In der Gruppe A wird das Experiment nach einem „Theo +"-Fall mit einem schwereren Objekt fortgesetzt, nach einem „Theo -"-Fall dagegen mit einem äquivalenten Objekt. Im „Theo +"-Fall hat die Versuchsperson fehlerlos auswerten, nicht aber fehlerfrei konvergent denken können. Bei einem äquivalenten Objekt wäre nun die Wahrscheinlichkeit für eine Wiederholung beider Leistungen sehr hoch. Sie würde nochmals die Hypothesen H1 und H2 bestätigen, also nochmals einen „Theo +"-Fall liefern. Um die Theorie jedoch eher zu belasten, wird der Versuchsperson sofort ein nächst-schwereres Objekt vorgelegt und damit die Wahrscheinlichkeit erhöht, daß nun auch das Auswerten fehlerhaft geschieht. Anders dagegen wurde beim Fall „Theo -" verfahren. Hier hat die Versuchsperson richtig konvergent gedacht, aber fehlerhaft ausgewertet und damit H1/H2 widerlegt. Um diesen Fall nochmals zu provozieren, also die Theorie wiederum zu belasten, wird der Versuchsperson als nächstes ein gleichschweres „äquivalentes" Objekt vorgelegt.

- Jedes Objekt darf nur einmal bearbeitet werden!

ORGANISATIONSPLAN für Gruppe A

A

Gruppe u. Schwierigkeitsgrad des Objekts bestimmt

äquivalentes Objekt auswählen

nein

äquivalentes Objekt schon bearbeitet?

ja

ja

nein

Objekt ausw.

⊕

⊖

Objekt k. d.

Objekt k. d.

⊕

⊖

⊕

⊖

Objekt schon bearbeitet?

nächstschwereres Objekt auswählen

nein

"Punkt auf" schon bearbeitet?

"Punkt außen" schon bearbeitet?

nein

nächstleichteres Objekt auswählen

Objekt schon bearbeitet?

ja

äquivalentes Objekt auswählen

nein

äquivalentes Objekt schon bearbeitet?

ja

nein

ja

ja

Theo 0.1

Theo 0.1

Theo +

Theo -

Theo 0.2

Theo 0.2

Vp befragen : Fortsetzung?

nächstschwereres Objekt auswählen

Objekt schon bearbeitet?

ja

äquivalentes Objekt auswählen

nein

nächstschwereres Objekt bzw. nächstschwereres äquivalentes O. auswählen

Objekt ausw.

nächstleichteres Objekt bzw. nächstleichteres äquivalentes O. auswählen

⊕

⊖

Objekt k. d.

Objekt k. d.

⊕

⊖

⊕

⊖

"Punkt auf" o. äquivalentes Objekt schon bearbeitet?

nein

"Punkt außen" o. äquivalentes Objekt schon bearbeitet?

nein

Theo +

Theo -

ja

ja

UP "Theo 0"

ENDE

UP "Theo +/-"

UP "Theo 0"

äquivalentes Objekt auswählen

nächstschwereres Objekt bzw. nächstschwereres äquivalentes O. auswählen

Objekt ausw.

nächstleichteres Objekt bzw. nächstleichteres äquivalentes O. auswählen

⊕

⊖

Objekt k. d.

Objekt k. d.

⊕

⊖

⊕

⊖

"Punkt auf" o. äquivalentes Objekt schon bearbeitet?

nein

"Punkt außen" o. äquivalentes Objekt schon bearbeitet?

nein

Theo +

Theo -

ja

ja

UP "Theo 0"

UP "Theo +/-"

ENDE

UP "Theo 0"

Bild 1 (Legende Seite 170)

ORGANISATIONSPLAN für Gruppe B

B

Gruppe u. Schwierigkeitsgrad des Objekts bestimmt

äquivalentes Objekt auswählen

nein

äquivalentes Objekt schon bearbeitet ?

ja

nein

Objekt k. d.

⊕

⊖

Objekt ausw.

Objekt ausw.

⊕

⊖

⊕

⊖

Objekt schon bearbeitet?

ja

nächst_schwereres Objekt auswählen

nein

"Pkt. auf" schon bearbeitet ?

"Pkt. außen" schon bearbeitet ?

nein

nächstleichteres Objekt auswählen

Objekt schon bearbeitet?

ja

äquivalentes Objekt auswählen

nein

äquivalentes Objekt schon bearbeitet ?

ja

nein

ja

ja

Theo 0.1

Theo 0.1

Theo -

Theo +

Theo 0.2

Theo 0.2

Vp befragen : Fortsetzung ?

äquivalentes Objekt auswählen

nächstschwereres Objekt bzw. nächstschwereres äquivalentes O. auswählen

Objekt k. d.

nächstleichteres Objekt bzw. nächstleichteres äquivalentes O. auswählen

⊕

⊖

Objekt ausw.

Objekt ausw.

⊕

⊖

⊕

⊖

"Punkt auf" o. äquivalentes Objekt schon bearbeitet ?

nein

"Punkt außen" o. äquivalentes Objekt schon bearbeitet ?

nei.

Theo -

Theo +

ja

ja

UP "Theo 0"

ENDE

UP "Theo +/-"

UP "Theo 0"

äquivalentes Objekt auswählen

nächstschwereres Objekt bzw. nächstschwereres äquivalentes O. auswählen

Objekt k. d.

nächstleichteres Objekt bzw. nächstleichteres äquivalentes O. auswählen

⊖

⊖

T +

Objekt ausw.

Objekt ausw.

⊕

⊖

⊕

⊖

nein

"Punkt auf" o. äquivalentes Objekt schon bearbeitet ?

"Punkt außen" o. äquivalentes Objekt schon bearbeitet ?

nein

Theo -

Theo +

ja

ja

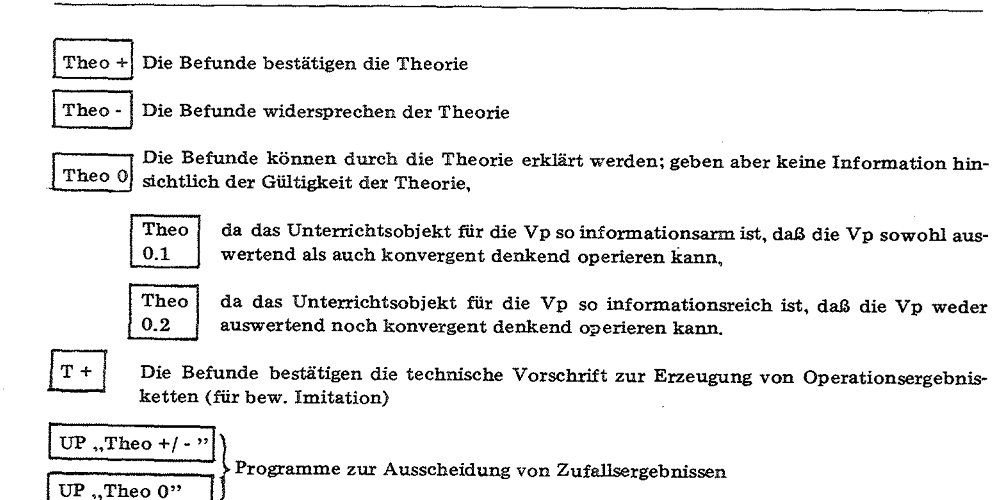
UP "Theo 0"

UP "Theo +/-"

ENDE

UP "Theo 0"

Bild 2 (Legende Seite 170)



3.8.3 Bei der Konstruktion von Operationsobjekten wurde bei jenen Aspekten, von denen her eine völlige Gleichheit beim Auswerten und konvergenten Denken nicht hergestellt werden konnte, immer zu Ungunsten der Auswert-Aufgaben verfahren. So müssen die Versuchspersonen beispielsweise bei der Erfüllung der Aufgaben zum konvergenten Denken farbige Stecknadeln in ein Styroporbrett stecken, um die Lage der Spiegelpunkte zu markieren. Bei Aufgaben zum Auswerten dagegen lassen sich diese Externoperationen nicht realisieren, da Spiegelpunkte ja schon im Operationsobjekt vorgegeben sind. Hier haben die Versuchspersonen nun lediglich die Möglichkeit, mit einem spitzen Stift zu zeigen und gegebenenfalls zu verbalisieren, was - wie sich bereits in Vorversuchen herausstellte - weit weniger „reizintensiv" ist als die Hantierung mit Stecknadeln.

3.8.4 Eine weitere Erschwerung der Aufgaben zum Auswerten ergibt sich bei den Objekten vom zweiten Schwierigkeitsgrad an dadurch, daß die notwendigen Vorgaben (Punkte auf Strecken, Kurven, Flächenbegrenzungen) leicht zu semantischen Assoziationen führen, so daß die Versuchspersonen geneigt sind, die Aufgabenstellung eher ganzheitlich-phänomenologisch zu erfüllen als durch produzierende Anwendung der zuvor erlernten Relationen. Auch dies führte zu mehr Fehlern beim Auswerten.

3.9 Fehlerbereinigung

Um so weit wie möglich zu vermeiden, daß Störungen von außen oder Konzentrationsschwierigkeiten bzw. flüchtiges Arbeiten seitens der Versuchspersonen die Ergebnisse verfälschen, werden die Daten und „Fälle" einem Programm zur Bereinigung von Störeinflüssen unterworfen, bevor sie statistisch oder inhaltlich ausgewertet wurden. Zwei Grundüberlegungen sind für die Programme bestimmend. Erstens: Kommt ein „Theo -" oder ein „Theo +"-Fall nur dadurch zustande, daß bei einer der beiden Operationen lediglich *ein* Fehler gemacht wird, obwohl mehrere möglich sind, dann besteht die Gefahr, daß der Fall aufgrund nicht rekonstruierbarer Störungen eingetreten ist. Daher wird der Fall nicht gewertet, sofern er nicht durch andere Daten der Versuchsperson gestützt wird. Zweitens: Die Wahrscheinlichkeit für die Verfälschung

von Daten wird geringer, wenn die Versuchsperson an einem anderen Objekt nochmals denselben Fall erreicht oder aber wenn die Tendenz der Fehler beim Auswerten gegenüber dem konvergenten Denken an keinem der bearbeiteten Objekte dem erreichten Fall widerspricht. Hat eine Versuchsperson z.B. einen „Theo +"-Fall erreicht und hat sie jedoch an einem anderen Objekt weniger Fehler beim konvergenten Denken als beim Auswerten gemacht, so wird der „Theo +"-Fall nicht gewertet. Beide Grundgedanken sind in den Programmen (Up „Theo +/-" bzw. Up „Theo 0") konkretisiert.

4. Ergebnisse

Die aus der Untersuchung gewonnen Rohdaten wurden sämtlich „nicht-parametrischen statistischen Methoden" unterworfen, wie von S. Siegel (1976) beschrieben. Die Daten zur Überprüfung der Hypothese H1 konnten mit Hilfe des Wilcoxon-Vorzeichenrang-Tests für abhängige Paare verarbeitet werden, da die zu vergleichenden Daten aus den Aufgaben zum Auswerten und zum konvergenten Denken jeweils paarweise von denselben Versuchspersonen gewonnen wurden und die Daten selbst auf Ordinalskalen-Niveau liegen. Für die Überprüfung der Hypothesen H2 und H4 (nach dem zweiten Modus) wurde der Chi-Quadrat-Test für den Einstichprobenfall dem Binominal-Test vorgezogen, da er (für die Theorie) ungünstigere Werte liefert. Für den ersten Berechnungsmodus zur Hypothese H4 ließen sich sowohl der Chi-Quadrat-Test für zwei unabhängige Stichproben als auch der Fisher-Test heranziehen, da die Daten in einer Vierfelder-Tafel angeordnet werden können. Zur Berechnung der Daten für die Hypothese H3 schließlich gaben wir dem Mann-Whitney-U-Test gegenüber dem Kolmogorov-Smirnov-Test für zwei Stichproben den Vorzug, da er nach Siegel die höhere Teststärke aufweist.

Die wichtigsten Ergebnisse sind in Bild 3 dargestellt. Danach wird keine der beiden Hypothesen falsifiziert, die sich auf die zu überprüfenden Gesetzesaussagen der Systemtheoretischen Didaktik beziehen. Die Hypothese H1, die eine geringere Fehlerzahl bei den Auswertaufgaben als bei den Aufgaben zum konvergenten Denken voraussagte, wird hochsignifikant bestätigt, und dies sowohl im Vergleich aller Fehlerpaare als auch bei einer differenzierten Betrachtung, getrennt nach den Versuchsgruppen A und B. Auch eine gesonderte Berechnung der Ergebnisse in den einzelnen Klassenstufen erbringt signifikante p-Werte, ebenso die differenzierende Betrachtung nach den fünf Schwierigkeitsgraden. Lediglich für die Objekte des ersten Schwierigkeitsgrades sind die Ergebnisse nicht signifikant, was aus der zu geringen Anzahl der aufgetretenen Fehlerpaare (n=6) zu erklären ist.

Auch die schärfere Hypothese H2, die behauptet, daß Versuchspersonen bei „kritischem Informationsgehalt" zwar noch fehlerlos auswerten, nicht aber mehr fehlerfrei konvergent denken können, wird hochsignifikant bestätigt. Allerdings zeigt eine getrennte Berechnung der Werte für die beiden Versuchsgruppen, daß zwar in B ein hochsignifikanter p-Wert, in A aber kein signifikantes Ergebnis zustande kommt. Aus diesem Unterschied wird ein Schluß hinsichtlich der Bewährung von H3 zu ziehen sein. Die gesonderte Betrachtung der Ergebnisse in den einzelnen Klassenstufen erbringt mit Ausnahme der Klasse 2 signifikante Werte. Hinsichtlich der fünf Schwierigkeitsgrade ergibt sich folgendes Bild: Für die Objekte 2 und 3 wird die Hypothese bestätigt, nicht aber für Objekt 4. Für die Objekte 1 und 5 liegen zu wenig Fälle vor, als daß eindeutigere Ergebnisse hätten erwartet werden können.

Hypothese Berechnungsgrundlage	statischer Test	alle Vp	n	p	einzelne Klassenstufen	n	p	einzelne Objekte	n	p
H1 Fehlerpaare: auswerten gegen konvergent denken	Wilcoxon-Vorzeichen-Rang-Test	in A und B in A in B	159 85 74	<0.001 <0.001 <0.001	1 2 3 4	43 43 45 28 — 159	< 0.001 < 0.01 < 0.001 <0.001	1 2 3 4 5	6 29 65 52 7 — 159	n.s. <0.001 <0.001 <0.001 < 0.05
H2 Fälle: „Theo-" gegen „Theo+"	Chi-Quadrat-Test	in A und B in A in B	Theo- / Theo+ 18 / 56 12 / 23 6 / 33	<0.001 >0.05; n.s. <0.001	1 2 3 4	Theo- / Theo+ 1 / 14 9 / 12 5 / 19 3 / 11	<0.001 n.s. < 0.01 < 0.05	1 2 3 4 5	Theo- / Theo+ 2 / 2 1 / 13 5 / 21 9 / 15 1 / 5	n.s. <0.01 <0.01 n.s. n.s.
H3 Fehler beim konvergenten Denken in A gegen B	Mann-Whitney-U-Test		185	n.s.						
H4 Fälle „Theo-"/ „Theo+" in A gegen B	Fisher-Test Chi-Quadr.-T.	in A in B	Theo- / Theo+ 12 / 23 6 / 33	0.052 >0.05; n.s						
H4 fehlerloses konvergentes Denken in A gegen B	Chi-Quadrat-Test	in A in B	123 83	<0.025						

Bild 3: Versuchsergebnisse

Ein anderes Bild bieten die Ergebnisse im Zusammenhang mit den technologischen Hypothesen H3 und H4. Die Hypothese H3, die voraussagt, daß beim konvergenten Denken weniger Fehler gemacht werden, falls zuvor die Auswertoperation durchgeführt wurde, muß nach den Ergebnissen dieser Untersuchung zugunsten der Null-Hypothese zurückgewiesen werden. Für Hypothese H4, die behauptet, daß die Zahl der fehlerlosen Leistungen beim konvergenten Denken erhöht wird, wenn zuvor ausgewertet wurde, sind die Ergebnisse weniger eindeutig. Betrachtet man nämlich alle Fälle in Gruppe A und B, in denen die Versuchspersonen fehlerlos konvergent denken konnten (bis zum Zeitpunkt, da die Aufgaben wieder erleichtert wurden), so kommt man zu einem - für technologische Hypothesen - recht guten Wert von $p < 0.025$ (nach dem Chi-Quadrat-Test für den Zwei-Stichproben-Fall). Und vergleicht man die Zahl der „Theo -"-Fälle (bei dem die Versuchspersonen nicht fehlerlos auswerten, wohl aber fehlerfrei konvergent denken können) und die „Theo +"-Fälle (fehlerfreies Auswerten, dagegen fehlerhaftes konvergentes Denken) in den beiden Untersuchungsgruppen, so ist in Gruppe B die Zahl der „Theo +"-Fälle deutlich höher gegenüber den „Theo -"-Fällen als in A. Der Fisher- und der Chi-Quadrat-Test ergeben jeweils p-Werte knapp über 0.05.

5. Diskussion

Hinsichtlich der Hypothese H1 (weniger Fehler beim Auswerten als beim konvergenten Denken) liefert die Untersuchung ein sehr einheitliches Bild:
Weder die Klassenstufe noch die Schwierigkeitsstufung der Objekte ändert etwas an der Eindeutigkeit der Ergebnisse zugunsten des Auswertens als der leichteren Internoperation. Allerdings muß wegen mangelnder Daten für das Objekt 1 eine Nachuntersuchung vorgenommen werden. Das Bild entspricht übrigens völlig den langjährigen Erfahrungen der Praktiker, die nach Verfahren der Systemtheoretischen Didaktik unterrichten. Danach haben Lernende - sowohl im Grundschulunterricht als auch in der Hochschulausbildung - weitaus weniger Schwierigkeiten beim auswertenden als beim konvergent denkenden Anwenden erlernter Informationen. Nicht ganz so einheitlich ist das Bild in bezug auf die Hypothese H2 (weniger fehlerfreie Leistungen beim konvergenten Denken als beim Auswerten). Die deutlich nicht-signifikanten Ergebnisse von Klasse 2 und bei Objekt 4 machen in jedem Fall weitere Untersuchungen notwendig.*

Wenn auch keine systematische Störung erkennbar ist, so bleibt doch die Frage nach der Abhängigkeit von Klassenstufe bzw. Lebensalter oder Anfangszustand der Lernenden offen. Die Analyse des Objekts 4 dagegen läßt die Vermutung zu, daß eine Besonderheit der Aufgabenstellung für die nicht-signifikanten Ergebnisse verantwortlich ist: Die fünfeckige Fläche berührt in einem Punkt die Symmetrieachse und erinnert leicht an (häufig in Schulbüchern angeregte) Klecksbilder. Es ist möglich, daß Versuchspersonen hier eher phänomenologisch entschieden haben als mit den erlernten mathematischen Relationen auswertend bzw. konvergent denkend umgegangen sind.

Insgesamt müssen die Ergebnisse der Untersuchung so interpretiert werden, daß sich die Hypothesen H1 und H2 bewährt haben - natürlich mit der Einschränkung, daß sie

* Eine neuere Untersuchung von A. Siegmund (1985) ergibt auch für diese Klassenstufe signifikante Werte zugunsten der Theorie.

auf ein bestimmtes Unterrichtsobjekt („Symmetrie" aus dem Bereich Mathematik), auf eine bestimmte Personengruppe (Grundschulkinder bis zur vierten Klassenstufe) bezogen sind und von einem einzigen Versuchsleiter untersucht wurden. Um eine breitere Verallgemeinerung zu ermöglichen, müssen Paralleluntersuchungen mit anderen Unterrichtsobjekten aus anderen Lernbereichen mit älteren Schülern und unterschiedlichen Versuchsleitern durchgeführt werden.*

Immerhin zeigt die Untersuchung zweierlei:

1. Entgegen neuerdings häufig geäußerten Meinungen (vgl. z.B. Eckard König, 1979, S. 265) ist die experimentelle Untersuchung unterrichtswissenschaftlicher Gesetzesaussagen sinnvoll. Die Untersuchung förderte nicht „Belanglosigkeiten" und „Trivialitäten" zutage. Außerdem können ihre Ergebnisse in der praktischen Unterrichtssituation ohne Schwierigkeit genutzt werden. Der fundamentale Stellenwert der Internoperationen sowohl im Zielsystem wie als Bestandteil des Modells der Unterrichtssituation innerhalb der Systemtheoretischen Didaktik wurde an anderem Ort beschrieben (vgl. H. Riedel 1985). Außerdem wurde dort die Auswahl der beiden Operationen „Auswerten" und „konvergentes Denken" für die Untersuchung durch ihre besondere technologische Bedeutung gerechtfertigt.
2. Auch innerhalb der Unterrichtswissenschaft ist es lohnend, fundamentale Gesetzesaussagen entsprechend dem Popperschen Falsifikationsprinzip auf ihren Wahrheitsgehalt zu überprüfen. Die Gefahr einer Scheinverifikation und nutzloser, sich daran anschließender technologischer wie praxeologischer Bemühungen ist dadurch sehr stark gemindert. Voraussetzung für entsprechende Falsifikationsexperimente ist allerdings, daß die zugrundegelegte Theorie ein kohärentes Zielsystem, eindeutig formulierte, vom Modell der Unterrichtssituation abgeleitete Gesetzesaussagen und eine Transformation dieser Gesetzesaussagen in technologische Verfahren liefert, die geeignet sind, in der Unterrichtspraxis eingesetzt zu werden.

Wie schon in Punkt 3.3 ausgeführt, wurde die Untersuchung nicht angelegt, um die Hypothesen H3 und H4 direkt zu untersuchen. Doch liefern die Ergebnisse wichtige Hinweise, die eine eigens für die technologische Fragestellung entworfene Untersuchung rechtfertigen. Zunächst ergibt unsere Untersuchung für die zweite Auswertung im Zusammenhang mit H4 ein signifikantes Ergebnis. Zwar bestätigen die p-Werte, die mit dem ersten Auswertmodus knapp oberhalb von 0.05 liegen, das obengenannte Ergebnis nicht ausreichend, doch sind außerdem folgende zwei Tatbestände zu beachten:

a) Für die Hypothese H2 ergab sich in der Gruppe B ein hochsignifikantes, in der Gruppe A dagegen kein signifikantes Ergebnis.
b) Die Auswertung der Daten zum Objekt 4 im Zusammenhang mit der Hypothese H1 erbrachte - über alle Fälle gesehen - ein hochsignifikantes Ergebnis. Die zusätzliche Trennung der Daten nach den Gruppen A und B jedoch führte zu einem hochsignifikanten Wert nur in Gruppe B und einem nicht-signifikanten Wert in Gruppe A (nicht in Bild 1 enthalten).

Vom theoretischen Modell her sind beide Tatbestände folgendermaßen zu interpretieren: Gegenüber den Aufgaben zum konvergenten Denken liefern die Auswertaufgaben schon bestimmte Informationsteile (z.B. entweder die senkrechte Verbindungslinie oder den Abstand). Es ist also zu erwarten, daß die Möglichkeit, Fehler zu machen, geringer ist, auch wenn die Objekte sonst gleichen Schwierigkeitsgrad haben. Achtet die Versuchsperson allerdings auf keines der Informationselemente, so ist die Fehlerwahrscheinlichkeit gleich groß wie beim konvergenten Denken. Die Untersuchungsmethode in Gruppe B macht ein Raten bei der Erfüllung der Auswertaufgaben weniger wahrscheinlich als in Gruppe A, weil die Versuchsperson vor dem Auswerten schon beim konvergenten Denken beide Informationsteile hat anwenden müssen und nun die entsprechenden Gedächtnisinhalte leichter vergegenwärtigen kann. In Gruppe A dagegen beginnt die Versuchsperson mit der Auswert-Operation, so daß die Gefahr des Ratens und damit die Fehlerwahrscheinlichkeit beim Auswerten größer wird.

* Vorläufige Ergebnisse aus Untersuchungen mit musiktheoretischen Unterrichtsobjekten in der Sekundarstufe und mit anderem Versuchsleiter führen zu den gleichen Ergebnissen.

Nun können die Tatbestände (a) und (b) auch als eine indirekte Bestätigung der durch H3 und H4 konkretisierten technologischen Aussagen herangezogen werden. Ist die Auswertoperation „leichter" als das konvergente Denken - dies hat ja die Untersuchung zugunsten von H1 und H2 ergeben! - und muß die Versuchsperson das Objekt zunächst auswertend und erst anschließend konvergent denkend anwenden, so ist zu erwarten, daß sie beim Auswerten schon soviel gelernt hat, daß das anschließende konvergent denkende Anwenden geringere Schwierigkeiten macht. Selbst wenn die Versuchsperson beim Auswerten Fehler gemacht hat, so hat sie nochmals die vom Operationsobjekt vorgegebenen Informationsteile erkannt, daher mit höherer Wahrscheinlichkeit auch bereits gespeichert, so daß sie anschließend beim konvergent denkenden Anwenden besser gehandhabt werden können!

Das bestätigen auch die detaillierten Einzelanalysen jener Versuchspersonen, die entsprechend dem Organisationsschema den Fall „T+" erreicht haben. In allen Fällen waren die Versuchspersonen (der Gruppe B) zunächst beim konvergenten Denken gescheitert. Erhielten sie jedoch nach dem Auswerten ein im Schwierigkeitsgrad „äquivalentes" Objekt zur konvergent denkenden Anwendung, so waren sie nun in der Lage, fehlerlos zu operieren. Somit wird die technologische Maßnahme, die die Systemtheoretische Didaktik im „Algorithmus zur Bestimmung von Operationsergebnissen" für den Lernprozeß „bewußte Imitation" empfiehlt, durch die diskutierten Ergebnisse unterstützt. Daher ist nun - nach Bewährung der grundlegenden theoretischen Gesetzesaussagen - eine gezielte experimentelle Untersuchung der technologischen Theoreme über die Stufenfolge von Internoperationen beim Lernprozeß „bewußte Imitation" zu rechtfertigen.

Angesichts der überwiegenden Häufigkeit, mit der „bewußte Imitation" im Schulunterricht initiiert wird, kommt einer solchen technologischen Untersuchung auch große praktische Bedeutung zu. Wie an anderem Ort (Riedel 1983) ausgeführt, rechtfertigt dies allein noch nicht den mit technologischen Experimenten verbundenen Aufwand. Die Vergangenheit hat genügend bewiesen, daß allzu oft „technologischer Schrott" produziert wird, weil die Bedingungen der Untersuchungen nicht hinreichend klar und mit jenen ähnlicher Untersuchungen nicht vergleichbar sind. Nach einer (vorläufigen) Bestätigung jener theoretischen Gesetzesaussagen jedoch, auf denen eine technologische Maßnahme basiert, kann diese Gefahr als überwunden betrachtet werden.

Schriftum

KÖNIG, Eckard: Was leistet die Empirische Erziehungswissenschaft für die Praxis? Unterrichtswissenschaft 1979, III, 263-268

RIEDEL, H.: Zum Verhältnis von Zielen, Gegenständen und Verfahren der Unterrichtsforschung. Unterrichtswissenschaft 4. 1984. S. 367 - 386

RIEDEL, H.: Vorbereitung eines Experiments zur Schwierigkeitsstufung von Internoperationen. GrKG 3/1985, S. 99

SIEGEL, S.: Nichtparametrische Statistische Methoden. Fachbuchhandlung f. Psych., Frankfurt/M. 1976

SIEGMUND, A.: Empirische Untersuchung zum Anforderungsniveau von Aufgaben des Auswertens und konvergenten Denkens im Mathematikunterricht des 2. Schuljahres. Wiss. Hausarbeit. Landesprüfungsamt Berlin. 1985

Eingegangen am 22. Juli 1985

Anschrift des Verfassers: Prof. Harald Riedel, Muthesiusstr. 4, D-1000 Berlin 41

Starigo kaj rezultoj de falsifikadeksperimento pri la malfacilecoskaligo de internaj operacioj (resumo)

Estis kontrolita ĉe 134 lernantoj de la klasŝtupoj 1 - 4 en Berlinaj elementaj lernejoj la verecenhavo de hipotezoj de la Sistemteoria Didaktiko pri la diferenca malfacilegrado de du operacioj gravaj por la instruprocedoj („analizado” estus pli facila ol „konverĝa pripensado”).
Ĉiu esplorito devis plenumi ambaŭ operaciojn ĉe pluraj instruobjektoj kun variaj malfaciloj pri la temo „simetrio”, tiel ke la persono mem agis kiel propra kontrolpartnero. Rilate la postulon de Popper, ne verifiki sed falsifiki teorie postulitajn regulecojn, oni faris la eksperimentojn tiel ke la laborhipotezoj estis provitaj en diversaj manieroj. Ĉikaze gravis la sinsekvo kaj de la pripensoperacioj kaj ankaŭ la malfacilecgrado de la instruobjektoj. Ĉirilate la eksperimentoj estis stiritaj per organizadplano precipe evoluita por ĉitiu celo.
Malgraŭ la sistema pruvo de la hipotezoj neniuj de la teoriaj prognozoj estis falsifikataj. Laŭ tio lernantoj de ĉiuj klasŝtupoj (sendepende de la malfacilecgrado de la instruobjektoj) faras malpli da eraoj ĉe la analizado ol ĉe la konverĝa pripensado. Se la instruobjekto enhavas la ielnomatan „kritikan informenhavon” por la koncerna esplorito, tiam ĉitiu solvas ankoraŭ senerare la taskojn pri analizado, sed erarenhave la taskojn pri la konverĝe pripensenda apliko de la informacio de la instruobjekto.

grkg / Humankybernetik
Band 26 · Heft 4 (1985)
verlag modernes lernen

Text and Context

Edgar TASCHDJIAN, South Ozone Park, N.Y. (USA)

Introduction

In the course of the last decades, it has been gradually realized, mainly through the research of Bertalanffy and his collaborators, that an organism is an open system which cannot be understood without its ecosystem. Likewise, in mathematics and physics a system can be described only with reference to its coordinate system. In chemistry a substance behaves differently when it is dry and when it is in solution. And in linguistics and semantics the meaning of a text depends on its context. In the present paper we shall first consider the problem of the textual-contextual relations as it appears in specific disciplines and then attempt to draw some general conclusions.

Basic concepts

If I make a statement, whether true or false, this is not made in a vacuum, but to a human interlocutor or reader who is familiar with the English language and its rules. The same holds for mathematical statements, for mathematics is merely another symbolic language.
A symbol is something which stands for or represents something else, called a referent. The relation between symbol and referent is called reference (Smith and Parks, 1951). In its most general sense, a symbol is called a sign (Ogden and Richards, 1956). When a sign refers to a material object, we call this a symbol in the narrower sense of the word. If a symbol refers to an internal condition of a person, it is called a symptom. If a symbol represents a prescription of action it is called a signal (Bühler, 1934). In mathematics such symbols are called “operators”. Thus e.g. the symbol “+” in the communication $2+2=4$ tells the receiver that he *should* add, rather than subtract or multiply (Taschdjian, 1976).
The copula “is”, in Western languages, has been the source of a peculiar ambiguity in scientific thought, for the concept of “being” may refer to two different things. We can say that something *is here or there* in space. Or we can say that something *is thus*, that it has a certain quality, a persistence in time. Being in general may therefore refer either to existence (in space) or to essence (in time). When a mathematician asks whether there “exists” a solution to an equation, he does not mean that “there”, somewhere in space, there is something which he is trying to find. He merely means that “there is” a solution and the “there” has no reference to something existing in space (Quine, 1952). “Being” is a timeless concept, it does not refer to any “before” or “after”. “Becoming” on the other hand refers to some attribute which is not, but will be, it refers to processes or changes in time. Definitions without specification of time are vague and indefinite. The definition “Man is a rational animal”, taken literal-

ly is false. Man is only sometimes rational and at other times he is arational when he sleeps or irrational when he is insane. When we say "All M are P", the predicate P does not exist by itself, it is something which is thus, a quality (Lewis, 1952). It has been shown by Russell and Whitehead that when we use the word "all" with reference to classes, we are bound to end up with logical paradoxes (Whitehead and Russell, 1910-13). Furthermore Goedel has shown that a class can be defined correctly only by reference to a more inclusive class, not by reference to itself. What is included in a class cannot be thought of without reference to some thing which is excluded. The first and most general class of which we become conscious is the class "Not-I". As Kenneth Burke has emphasized, we classify and specify by negation (Burke, 1968). If a class A is a subset of a universe U, the environment or context of A, i.e. U-A, is called the complement of A (Spiegel, 1969). Actually, the boundary between set and complement is somewhat permeable and "fuzzy", because the quality or qualities characterizing the elements of A may be present at some times and not at others. We shall see later that this involves the problem of finding a criterion of synonymy.

As long as we are referring to purely conceptual entities, their being is independent of time and they are what they are by definition. Whenever we think of the number "3", it is identical with itself (A=A). But this does not hold when we are referring to the elements of "Not-I", the real things of this world. If we call somebody "Peter" now and in ten years, he is only the same, but not the identical Peter (A ⟶ Non-A). Identity means Indiscernibility (Quine, 1952). We can distinguish two things merely by their "twoness", by the fact that one is here and the other there, even though they may be indiscernible in all other respects.

Systems and their Coordinates

Without a coordinate system a collection of things constitutes merely an agregate, like a heap of sand grains. We distinguish rectangular, polar and spherical coordinates (West and Selby, 1970). In describing the movements of a rigid body in space we use Lagrangian coordinates and describe the velocity V of its center of gravity as a function of position and time. Whenever velocities or rates of movement are being discussed, not only the spatial coordinates x, y, z, but also the time coordinate t must be referrred to. When we are not dealing with a rigid, but with a plastic body or a fluid, it is preferable to use Eulerian rather than Lagrangian coordinates. Since the particles move at different speeds in different directions with regard to each other, this produces internal reorganizations and stresses. These stresses are described by a stress vector σ_{ij}, where the first subscript denotes the face on which the stress acts and the second refers to the direction of the stress (Hughes and Brighton, 1967).

The points composing a line stay in a given order, denoted by ordinal numbers. But the particles composing a fluid may change their relative positions. Particle A which passes a given reference point before particle B, may pass another reference point later than does B. Unless a system is part of a class and can be "embedded" in a homogeneous continuum, its parts are not self-identical and their relations are not invariant. In rheology we measure the flow's velocity field and pressure field in terms of ratios by comparing them with the pressure and speed of a moving gauge. We do not measure the velocity and pressure of the fluid itself, but its deviation from an ideal non-viscous fluid. This gives us a ratio known as Reynolds number (Taschdjian, 1970).

System translations

The position of a point can be specified with equal precision whether we give its rectangular or its polar coordinates. Likewise, a rectangle does not change its shape when we rotate it from the X-Y plane to the X-Z plane. In both transpositions time does not play any role, the system stays invariant and the translation is called a 'mapping'. In a wider sense, we can also speak of mappings if the system is enlarged or reduced at a constant scale. But the same does not hold if we translate a system of points from a linear to a nonlinear coordinate system. Imagine a square drawn on a rubber sheet which is then stretched in one direction, so that the square is transformed into a rectangle. Obviously, the number of points along the circumference of a rectangle is not the same as that of a square. That time is involved in such a transformation is due to the fact that the moment at which we stop stretching the rubber sheet will determine the degree of transformation. Such nonlinear transformations were first studied by D'Arcy Thompson in his studies of phylogenetic evolution (Thompson, 1917). The sequence of instantaneous pictures which compose a cinematographic film depicting a movement is another and more familiar example of temporal transformations. Such plasticity is present also in social systems, as can be seen in the changing shapes of a flock of birds. Social systems are non-Newtonian fluids which are intermediate between solids and Newtonian molecular liquids (Taschdjian, 1979).

Besides transposition and translation another type of transition plays a role in physical as well as biological systems. This is known as transduction. For instance, friction produces heat and light energy can be transformed into electricity. In biology, a stimulus acting on the transducing sense organ will give rise to an electrical signal transmitted by the centripetal nerve. The definition of a signal includes a change of energy, since the increase, decrease or temporal displacement of a signal provides information quite as well as its continued presence. An organism does not respond to the absolute value of an environmental variable, but to its changes. Furthermore, the response to a given change is not independent of the total constellation of other environmental factors, in the same way as a word's significance is not independent of the context of which the word is a part (Taschdjian, 1970).

Semantic Systems

Since signals belong to the general class of signs, we are confronted with the task of clarifying the relations between a semantic system and its environment and the modes of translations from one to another semantic system. Let us agree, first, on a few definitions.

To begin, signs are not restricted to human languages. The dance of a bee on a honey comb is a sign communicating a message to other bees and the song of a bird is a sign which marks its territory. Secondly, signs can convey not only information, but also misinformation. In biology, this is shown by the various forms of mimicry. Thirdly, the absence of a sign is a sign as well as its presence. No answer is also an answer and not pressing a button is an act as well as pressing a button. A numerical sign changes its significance if a zero is inserted or added at the end of a sequence. In music, the presence of pauses in a melody is as important as its notes and in language commas, semicolons and periods contribute to the significance of the sentence.

The referent to which the sign refers is not univocal, for every positive quality implies

its negative and cannot be thought without it. "I" implies "Not-I", "Friend" implies "Foe", "Good" implies "Bad" and so on. Whether a sign indicates the positive or the negative alternative of such ambivalent pairs can often be inferred only from the context. Thus, if a man comes in out of a storm and says "What a beautiful day!", the fact that he is speaking sarcastically and means the opposite of what he says cannot be inferred from the statement itself, but only from the context in which it is made. An important part of this context is the tone in which a statement is made. The difference between "yes!" and "yes?" is perhaps the best example from the English language. But in Chinese, "ma" has at least four different meanings, viz. horse, mother, scold and question, depending on the tone.

Signs need not be spoken or written words, but may be actions or displays presented in a prescribed sequence. The rituals performed by animals during the mating process are examples of such actions. By wearing full-length pants, the sans-culottes of France signified their opposition to the king in the same way as the display of long hair by our modern youth signifies their opposition to the established order. The call-signs and tunes of radio stations and radio programs also belong in this category. Of course, the significance of a sign may be different for the sender and for the receiver. Unless both use the same language or code, they cannot communicate.

Let us now turn to symbols, spoken or written words. The first point to stress is that a symbol does not stand to its referent in a one-to-one relation, but that it can have more than one meaning. Take e.g. the word "count" in the two sentences "The count is an aristocrat" and "Start at the count of three". Often the meaning of a word can be determined from the sentence, that of a sentence from the paragraph and that of a paragraph from the chapter. In mathematics, in a quadratic equation such as $x^2 = 9$, x has two alternative meanings or solutions, viz +3 and -3.

We have seen that a system of points can be translated from one coordinate system into another and may or may not stay invariant as a result. Similarly, a text may be translated from one language or code into another. The purpose of such a translation is usually that of clarifying the text's significance for a reader who is more familiar with the second code. The same holds for definitions in which we substitute some better known terms for less familiar ones. But, as before, the textual system need not remain identical, but should only remain "the same" (Goodman, 1952). Exact textual invariance is not a criterion of translatibility, for a translation is not a "mapping" (Marhenke, 1952).

Both definitions by classification (Aristotelian definitions) and definitions by enumeration imply a translation of a term into another better known term (Rapaport, 1978), Operational definitions, on the other hand, are prescriptions which produce in the learner, by observation and experimentation, a series of experiences. A familiar form of such a prescriptive algorithm is a cooking recipe. But note that this implies a temporal schedule and that the same recipe used by different cooks may produce different results.

Operational definitions are usually preferable to fuzzy Aristotelian definitions provided the series of successive steps prescribed is not too difficult and can actually be performed by the learner in a finite length of time. But suppose I ask a physicist to give me an operational definition of an electron and he tells me "Take a cloud chamber, put in some radioactive particles and you will observe some luminous tracks in the fog". If I have no access to a cloud chamber or to radioactive materials, I cannot follow the prescription and obtain the experience. The operational defintion, then, is useless and will be accepted by the learner only if he has faith in the teacher and believes that he *would* have the experience if he *could* follow the prescription.

If each step in the experiential sequence becomes more difficult and if the sequence of steps becomes longer and longer, the operational definition becomes indistinguishable from a process of initiation. It is not often realized by mathematicians that when we define some term by equating it with the sum of an infinite series, we are actually using such a process of initiation. All that is operationally possible to experience is that each "step" brings us a little closer to the "limit".

A form of translation which tries to preserve the sense of the text as a whole, without necessarily preserving the literal sense of each part is known as a interpretation (Mates, 1952). Interpretation is an art known as "hermeneutics" which had its origin in the interpretation of sacred scriptures and in the applicability of legal norms to specific cases (Sünkel, 1974). Interpretation is of special importance in evaluating a work of art, such as a poem or a painting. Since a poem is a text which does not try to convey some objectively verifiable facts but merely to evoke certain feelings or moods, an exact translation would not only not acheive this purpose, but would negate it (Gadamer, 1975). Of course, in order to make an acceptable interpretation, the interpreter must first understand the significance of the text. But such understanding can take place only within the framework of the interpreter's norms and preconceptions, i.e. on the basis of his cultural background. Interpretation is thus more like a transduction than like a translation. As the transducer transforms a signal from one form of energy to another, so the interpreter changes the emotional and esthetic appeal from one perspective to another (Gadamer, 1977).

Concluding remarks

If a text with its corresponding context is a message addressed from a sender to a receiver, the latter's attention to the incoming message will influence its reception. Lack of attention plays the same role as noise in the transmission channel. Secondly, thinking is action as well as doing and every act has a certain intention. In the words of Husserl, "Every act of consciousness, in order to be an act, demands a certain object because every conscious act intends something".

Besides attention and intention, cognition is influenced by volition. Wishful thinking is a common pitfall both in the natural and the social sciences. Richards has emphasized that our thoughts are the servants of our interests (Richards, 1951).

The field concept seems a particularly appropriate generalization for a plurality of interactions in which each individual act is a tensor, i.e. a directed force oriented not only in space, but also in time towards a future goal. A field is a fluid or semi-fluid system containing only transient structures. In a social field such "structures" may be corporate entities, like families, tribes or states, each with its own history and orientation. A pollster registering the orientations in his social environment plays here the same role as a floating gauge probing a hydrodynamic current.

This is as far as it seems prudent to go at present. We must remember that the greater the generalization, the less is its content. But, on the other hand, without some unifying theory, we do not know which facts to look for that would be relevant and could

confirm or disprove the theory. Scientific research, whether in the natural or social sciences, is more than an indiscriminate accumulation of facts. Both analysis and synthesis are required to improve our understanding of the social and natural world around us.

References

BÜHLER, K.: Sprachtheorie. Die Darstellungsfunktion der Sprache. Jena 1934, G.Fischer
BURKE, K.: Language as Symbolic Action, Essays on Life, Literature and Method, University of California Press, 1968, pp.419, 425, 435
GADAMER, H.G.: Truth and Method, Second Edition, The Seabury Press, New York 1975
–: Philosophical Hermeneutics, University of California Press, 1977
GOODMAN, N.: On Likeness of Meaning. In: LINSKY, pp.73f.
HUGHES, W.F. and BRIGHTON, J.A.: Fluid Dynamics. New York 1967, McGraw-Hill Book Company, pp.35-40
LEWIS, C.L.: The Modes of Meaning. In: LINSKY, p.54
LINSKY, L. (ed.): Semantics and the Philosophy of Language. University of Illinois Press 1952
MARHENKE, P.: The Criterion of Significance. In: LINSKY, p.144
MATES, B.: Synonymity. In: LINSKY, p.113
OGDEN, C.K. and RICHARDS, I.A.: The Meaning of Meaning. New York 1956, Harcourt, Brace & Co., Inc.
QUINE, W.V.: On what there is. In: LINSKY, p. 191, 79
RAPAPORT, A.: What is Semantics? General Systems Yearbook, Society for General Systems Research, Vol. XVIII, 1978, pp.159-164
–: What do you mean? ibid. p.165
RICHARDS, I.A., in: Smith, J.H. & Parks, E.W. (eds.): The Great Critics, An Anthology of Literary Criticism, New York ^{3}1951, pp.740f.
SPIEGEL, M.R.: Theory and Problems of Real Variables. New York 1969, McGraw-Hill Book Company, p.3
SÜNKEL, M.R.: Hermeneutik. In: Ritter, J. (ed.): Historisches Wörterbuch der Philosophie, Bd.III, pp.1062-1074, Basel/Stuttgart 1974, Schwabe
TASCHDJIAN, E.: A Rheological Approach to Transient Systems, General Systems Yearbook, Vol. XV, 1970, pp.35-45
–: Normative Factors in the Natural Sciences. Proceedings, AAAS Meeting, Boston 1976
–: The Plasticity of Social Systems. Proceedings of the Silver Anniversary International Meeting, Society for General Systems Research, London 1979
THOMPSON, D.W.: On Growth and Form. Cambridge University Press 1917
WEST, R.C. & SELBY, S.M. (eds.): CRC Handbook of Tables for Mathematics, 4th. ed., The Chemical Rubber Company, Cleveland Ohio 1970, pp.516, 810
WHITEHEAD, A.N. & RUSSEL, B.: Principia Mathematica, 3 vols., Cambridge University Press, 1910-1913

Received: 1.6.85

Author's address: Edgar Taschdjian, 109-50 117th Street, South Ozone Park, N.Y. 11420, USA

Der Text und sein Umfeld (Knapptext)

Ein System kann von einem Koordinatensystem in ein anderes übertragen werden, aber es bleibt unverändert (invariant) nur wenn letzteres linear ist. Bei nichtlinearen, zeitbedingten Übertragungen wird das ursprüngliche System „plastisch" verändert.

Die Elemente eines semantischen Systems sind Zeichen, Symbole, Symptome oder Signale, welche seine Bedeutung repräsentieren. Die Beziehung zwischen Zeichen und Bedeutung ist nicht eins-zu-eins, sondern „eins-zu-mehr". Die Bedeutung wird von der Umwelt (Context) des Textes beeinflußt. Der Text kann aus Worten oder Taten bestehen. Der Ton einer Äußerung ist ein Teil der Umwelt.

Definitionen sind Übersetzungen aus einer unbekannten in eine bekanntere Sprache. Die Auslegung eines Textes ist nicht analog einer Übersetzung, sondern entspricht der Transduktion eines Reizes von einer Energieform in eine andere.

grkg / Humankybernetik
Band 26 · Heft 4 (1985)
verlag modernes lernen

Hierarchische Modelle der Informationsverarbeitung

von R. KALB, Erlangen (D)

aus der Psychiatrischen Universitätsklinik Erlangen-Nürnberg (Direktor: Prof. Dr. E. Lungershausen)

1. Einleitung

Zur Blütezeit des Behaviorismus meinte man, das Verhalten eines Lebewesens lediglich durch Reize und durch von ihnen ausgelöste Reaktionen erklären zu können. Das dazwischen liegende Geschehen sei direkter Beobachtung nicht zugänglich und daher als „Black Box" zu behandeln.

Diese Auffassung wurde unter dem Einfluß der Ethologie sowie der sich entwickelnden Computer-Wissenschaft aufgegeben.

Ermutigt durch die dort gefundenen Strukturen als Träger der Informationsverarbeitung verließ man in der Psychologie den Behaviorismus und vollzog die „kognitive Wende". Man postulierte nun auch hier Strukturen als Träger intelligenter Informationsverarbeitung.

Im Laufe dieser Entwicklung gewannen sogenannte hierarchische Strukturen immer mehr an Bedeutung. Solche hierarchischen Entscheidungsstrukturen werden heute besonders in der Linguistik und in der Handlungstheorie sowie in der Künstlichen-Intelligenz-Forschung angewandt. Sie stellen sicher nur einfache Wege in einer reicheren kognitiven Struktur dar. Trotzdem sind sie hochwillkommen, eröffnen sie doch überhaupt den Zugang zu komplexeren Strukturen.

2. Geschichte der hierarchischen Modelle

Interessanterweise wurde der Begriff der Hierarchie schon früh von einem Psychiater auf die menschliche Geistestätigkeit angewandt. So schrieb E. Bleuler 1911 in seiner Arbeit: „Dementia praecox oder Gruppe der Schizophrenien":„Was man aber Zielvorstellungen nennt, ist nicht eine Einheit, sondern eine unendliche komplizierte Hierarchie von Vorstellungen. Der Hauptzielvorstellung ordnen sich eine Menge Nebenziele unter: Rüstet er (der Mensch, Anm. d. Verf.) sich zu einer bestimmten Zeit zum Säen, so muß er sich abfinden mit anderen Geschäften, die damit kollidieren können, mit Essen, Schlafen, mit Wetter und Tageszeit. Auch alle die einzelnen Handlungen, aus denen sich der Säakt zusammensetzt, Samen zurichten, aufs Feld gehen, Samen auswerfen, haben wieder ihre Spezialziele".

Der weitere Weg der hierarchischen Organisation des Verhaltens führte dann jedoch über die Ethologie.

Am bekanntesten ist die von N. Tinbergen (1942) modellierte Hierarchie des Fortpflanzungsverhaltens des Stichlingsmännchens. An der Spitze einer solchen Hierarchie steht meist ein Zentrum, welches von Stoffwechselvorgängen beeinflußt

werden kann, z.B. das Fortpflanzungsverhalten von einem Hormon, das Ernährungsverhalten vom Blutglukosespiegel. Wenn dieses oberste Zentrum genügend erregt ist, löst es ein Appetenzverhalten aus, gleichzeitig wird das nächste untere Zentrum gebahnt. Die dort parallel angreifenden Afferenzen entscheiden nun darüber, ob dieses Unterzentrum erregt wird. Ist dies der Fall, so wird von dort ein neues Appetenzverhalten ausgelöst, in Tinbergens Beispiel die Reviersuche. Gleichzeitig werden vier neue Unterzentren gebahnt. Diese Zentren sind jetzt Konkurrenten füreinander, und je nach der Bahnung durch die Außenwelt gewinnt eines dieser Zentren. Ist z.B. ein Stichlingsmännchen in der Nähe, wird das Kampfzentrum erregt und löst seinerseits weiteres Appetenzverhalten sowie die Bahnung weiterer Unterzentren aus wie Imponierverhalten, Beißen oder Verfolgung. Diese Hierarchie geht bis hinab zu den Muskeln. Sie zeigt ein enorm anpassungsfähiges Verhalten. Je nach Aussehen der Umwelt können die adäquaten Verhaltensweisen ausgewählt werden.

Verhaltensweisen können übersprungen oder noch einmal benutzt werden, wenn es notwendig ist. Am Schluß einer solchen Hierarchie steht eine Endhandlung.

Die Endhandlung führt dann ihrerseits über den Stoffwechsel zu einer Änderung der Afferenzen des obersten Zentrums, womit die Hierarchie ihre Aufgabe erfüllt hat (s. Bild 1).

N. Tinbergen hat zwar betont, daß dieses Schema nur eine Arbeitshypothese bedeutet, da den vielfachen Rückwirkungen und Regelkreisen, die zwischen den niedrigen und den höheren Ebenen der Hierarchie bestehen, nicht Rechnung getragen sei, nichtsdestoweniger seien diese Ebenen Wirklichkeit. Ihre Zahl und Anordnung läßt sich experimentell ermitteln.

G.B. Baerends (1941) hat bei der Sandwespe ein vergleichbares hierarchisches Schema gefunden und darüber hinaus festgestellt, daß die Verhaltensweisen der niederen Ebene oft von mehreren übergeordneten Zentren beherrscht werden.

Fragt man sich, ob solche hierarchischen Strukturen auch beim Menschen vorkommen, so fällt einem die Ähnlichkeit mit sogenannten Entscheidungsbäumen auf. Trägt

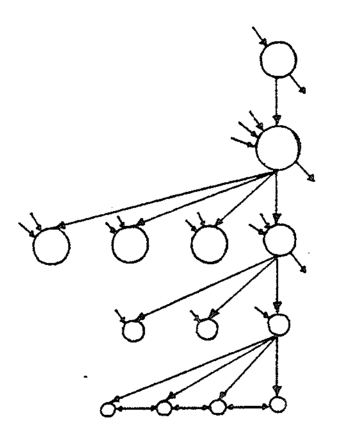


Bild 1: **Hierarchische Organisation des Fortpflanzungsverhaltens des Stichlingsmännchens (nach Tinbergen)**

man von einem Anfangszustand ausgehend alle Wahlmöglichkeiten auf, so erhält man eine sich verzweigende Struktur. Die Afferenzen, die bestimmen, welche der Möglichkeiten am Ende ausgewählt wird, werden beim Menschen als Argumente oder Gegenargumente zu bezeichnen sein.

C. Hull (1951) hat ausgehend von einer Situation S eine solche Responsehierarchie aufgestellt. Die Responsen konkurrieren miteinander bis eine sich durchsetzt, nach Meinung von Hull aufgrund unterschiedlicher Stärken der S-R-Relationen.

N. Chomsky (1957) führte dann Hierarchien in der Linguistik ein. Nach ihm steht hinter jedem Satz eine Hierarchie von Regeln, die diesen Satz produzieren (s. Bild 2).

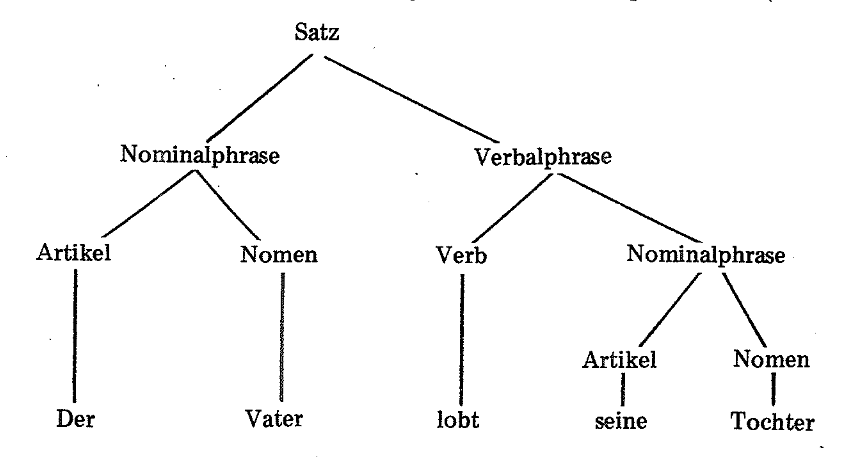


Bild 2: **Der hierarchische Aufbau eines Satzes (nach N. Chomsky)**

Der Vorschlag, die linguistischen Analysen als Modell für die Beschreibung für alle möglichen Verhaltensarten zu benützen, wurde von J.B. Caroll (1953) gemacht.

Er schreibt: „Die linguistische Theorie gibt nur eine Vorstellung von der Hierarchie der Einheiten, von elementaren Einheiten wie die Phoneme, die gerade noch Unterscheidungen zulassen, bis zu großen Einheiten vom Typ eines Satzes. Man kann annehmen, daß alle Verhaltensarten strichweise in irgendwie ähnlicher Weise organisiert sind".

Mit der Arbeit von G.A. Miller, E. Galanter und K.H. Pribram (1973) wurde genau dies geschaffen, und die Idee der hierarchischen Organisation begann sich in der Psychologie durchzusetzen. Die Autoren sagen selbst dazu: „Diese Übereinstimmung (zwischen ihren Vorstellungen und den linguistischen Theorien, Anm. d. Verf.) ist nicht etwa zufällig: Einige unserer Ideen wurden durch sein Beispiel angeregt: N. Chomsky".

Nach G.A. Miller et al. sind die Elemente der hierarchischen Struktur der Verhaltensorganisation kleinere Regelkreise, die sie als TOTE-Einheiten bezeichnen (Test-Operate-Test-Exit). Damit wollen sie ausdrücken, daß jeder Handlungsphase eine Testphase zugeordnet ist und die Handlungsphase solange andauert, bis die Testphase ergibt, daß das Ziel erreicht ist. Der Leitgedanke ihres Buches ist, daß die Handlungsphase einer TOTE-Einheit selber wieder aus TOTE-Einheiten bestehen kann. So wird das erreicht,

was sie als TOTE-Hierarchien bezeichnen (s. Bild 3).

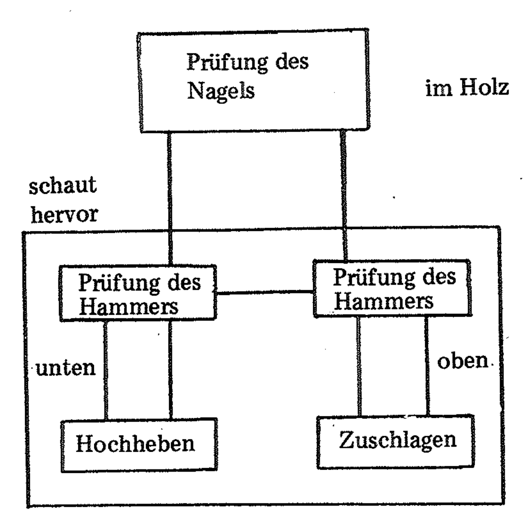


Bild 3: Ein hierarchischerPlan für das Nageleinschlagen (nach Miller, Galanter u. Pribram)

Diese Gedanken wurden in der sogenannten Handlungstheorie fortentwickelt, wie sie z.B. von W. Hacker (1973) konzipiert wurde. In einer sogenannten Handlungsstruktur-Analyse wird versucht, hinter dem beobachtbaren Ablauf einer Tätigkeit ein hierarchisch organisiertes Verhaltenssystem zu finden, bei welchem sich eine Handlung aus Teilhandlungen oder Operationen und diese wiederum aus Bewegungen aufbaut. Die Handlungstheorie ist heute ein etabliertes Teilgebiet der Psychologie geworden (s. z.B. M. von Cranach et al.).

Das andere Arbeitsgebiet, auf dem heutzutage hierarchische, informationsverarbeitende Strukturen eine wichtige Rolle spielen, ist das Gebiet der „Artificial Intelligence". Bereits G.A. Miller et al. haben darauf hingewiesen, daß A. Newell, J.C. Shaw und H.A. Simon (1958) „bewußt und systematisch die hierarchische Listenstruktur, die zur Programmierung von Höchstgeschwindigkeits-Digitalcomputern verwendet werden, für ihre Entwicklung von „Informationsverarbeitungssprachen" zur Simulation von menschlichen Denkprozessen verwendeten. Ihre Erfolge sind höchst erstaunlich und ermutigend und stützen die Hypothese, daß eine hierarchische Struktur die Grundform der Organisation menschlichen Problemlösens sei".

In den heute verwendeten problemlösenden Computerprogrammen sind hierarchische Strukturen gang und gäbe. Nach N. I. Nilsson wird ein Problem in zwei oder mehrere Sub-Probleme zerlegt. Einige dieser Sub-Probleme können in noch einfachere Sub-Probleme aufgeteilt werden. Das Lösen aller Unterpobleme ist gleichbedeutend mit der Lösung des ursprünglichen Problems (s. Bild 4).

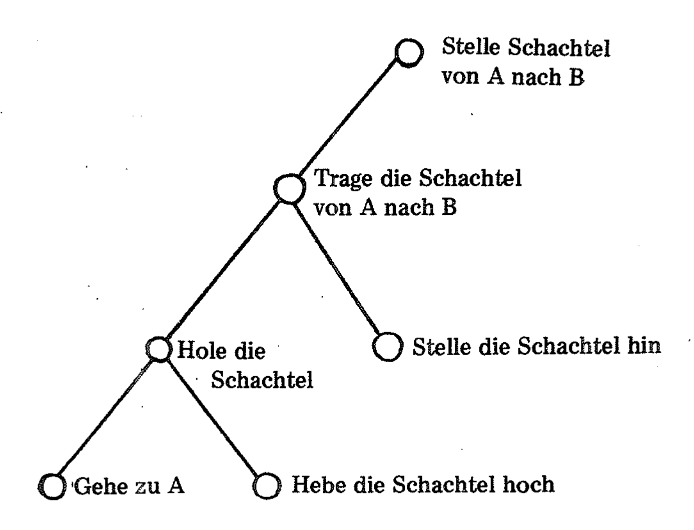


Bild 4: Ein hierarchischer Plan für einen Roboter, eine Schachtel von Tisch A auf Tisch B zu stellen (nach Graham).

3. Ein formales Computermodell mit hierarchischer Informationsverarbeitung

Nach G.A. Miller et al. besteht ein informationsverarbeitendes System aus Bildern und Plänen, wobei sie unter einem Bild all das angehäufte, organisierte Wissen, das der Organismus über sich selbst und seine Umwelt gesammelt hat, verstehen. Unter einem Plan verstehen sie eine vorgeschriebene Reihe von Handlungen, so daß sie in der richtigen Reihenfolge ausgeführt werden. Aufgrund der hierarchischen Organisation besteht jeder Plan aus einer Hierarchie von Instruktionen.

D. Dörner (1976) benutzt sehr anschaulich die folgenden Begriffe wenn er schreibt: „Die möglichen Hantierungen, die z.B. den Zustand eines Autos verändern, sind die *Operatoren des Realitätsbereiches* Autoreparatur, während die möglichen Zustände eines Automobils die verschiedenen *Sachverhalte des Realitätsbereiches* darstellen. Nach ihm kann man im Gedächtnisbild eines Realitätsbereiches also zwei große Teilbereiche unterscheiden, nämlich einen sensorischen Teil und einen motorischen Teil. Der sensorische Teil enthält Informationen über die Dinge und Vorgänge, die in dem jeweiligen Realitätsbereich als Sachverhalt auftreten können. Der Handlungsteil enthält Informationen darüber, wie das Individuum in das Geschehen im Realitätsbereich eingreifen kann. Dabei ist jeder Handlung ein Eingangssachverhalt (Bedingung) und ein Ausgangssachverhalt (Ergebnis) zugeordnet."

Ein solches Netzwerk gestattet nach D. Dörner, als Abbild eines Realitätsbereiches, dem Individuum bis zu einer bestimmten Grenze das Handeln innerhalb des Realitätsbereiches.

3.1 Ein formales Computermodell

In Anlehnung an T. Winograd (1972) kann man ein zielorientiertes System auch als Mikrohirn bezeichnen, welches auf einer Mikrowelt problemlösend operiert.

Es stellte sich die Frage, ob es gelingen könnte, eine hierarchisch organisierte Handlungsstuktur zu entwerfen, die, obwohl ohne konkrete inhaltliche Bedeutung, dennoch sinnvoll, d.h. zielgerecht arbeiten würde. Dies konnte nur dadurch erreicht werden, daß dem formalen Mikrohirn eine formale Mikrowelt gegenübergestellt wurde, auf der es Operationen ausübt, und an die es so angepaßt ist, daß seine spezielle Struktur mit dessen spezieller Struktur zusammen zur Zielerfüllung führt.

Da der motorische Anteil vorwiegend hierarchisch organisiert ist, sollen seine Elemente auch „*H*-Elemente" genannt werden, eine Linie aus aktiven Elementen von der Spitze der Hierarchie bis zu einem Basiselement der Hierarchie eine „*H*-Linie".

Aufgrund der nicht hierarchischen Struktur des sensorischen Anteils des Mikrohirns soll von einem Netzwerk oder einfacher Netz gesprochen werden. Seine Elemente sollen daher „*N*-Elemente" heißen. Die Elemente der Mikrowelt heißen „*M*-Elemente".

Das Mikrohirn wird im Computermodell als sogenanntes kooperatives System dargestellt, d.h. bei allen Elementen wird parallel ihr Zustand geprüft und in Abhängigkeit der jeweiligen Nachbarelemente (die Relationen zu einem Element senden) verändert. Die jeweilige Abhängigkeit eines Elementes von seinen Nachbarelementen heißt Regel und wird im Computer in der Form angegeben:

$$\text{WENN } z(A) + z(B) + z(C) + \ldots \geqslant S \text{ DANN } z'(X) = 1$$

wobei A, B, C . . . die Nachbarelemente des Elementes X sind und z die jeweiligen Zustände bezeichnet. S kennzeichnet eine Schwelle. Der neuerrechnete Zustand des Elementes X $z'(X)$ muß der gleichen Menge wie die übrigen Zustände angehören, d.h. die Zustandsmenge muß nach oben beschränkt sein, sonst läuft das System Gefahr, unendlich große Zustände zu produzieren. Die Elemente des Mikrohirns sind im Computer mit den Variablen wie in Bild 5 bezeichnet.

Da es sich hier um ein differenziertes, kooperatives System handelt, d.h. die Regel für jedes Element verschieden ist, muß diese dementsprechend für jedes Element getrennt programmiert werden. Immerhin haben die Regeln für die *H*-Elemente meist die gleiche Form und die *N*-Elemente ebenfalls eine ihnen eigene Form der Regel.

In Bild 5 steht in jedem übereinanderstehenden Tripel zuoberst das Element der Mikrowelt (*M*-Element), welches auf den darunter stehenden Sachverhalt (*N*-Element) abgebildet wird. Dieser wiederum stellt den Eingangssachverhalt der darunter stehenden Operation (*H*-Element) dar. Der Ausgangssachverhalt liegt in jeweils einem anderen Tripel und ist daran erkenntlich, daß er negativ zur jeweiligen Operation zurückwirkt.

Damit jedes *H*-Element nur aus einer *H*-Linie heraus den Zustand 1 annehmen kann (also keine autonomen *H*-Linien entstehen können), wird jedes *H*-Element zusätzlich von allen über ihm in der Hierarchie stehenden *H*-Elementen abhängig gemacht. Die Regel eines *H*-Elementes hat also folgende Form:

$$\text{WENN } z(N_E) + z(H-1) \ldots - z(N_A) \geqslant S \text{ DANN } z'(H) = 1 \text{ SONST } z'(H) = 0$$

mit N_E = Eingangssachverhalt, $H-1$, $H-2$ die über H stehenden Elemente der Hierarchie, N_A = Ausgangssachverhalt, H = das Element für das die Regel gilt.

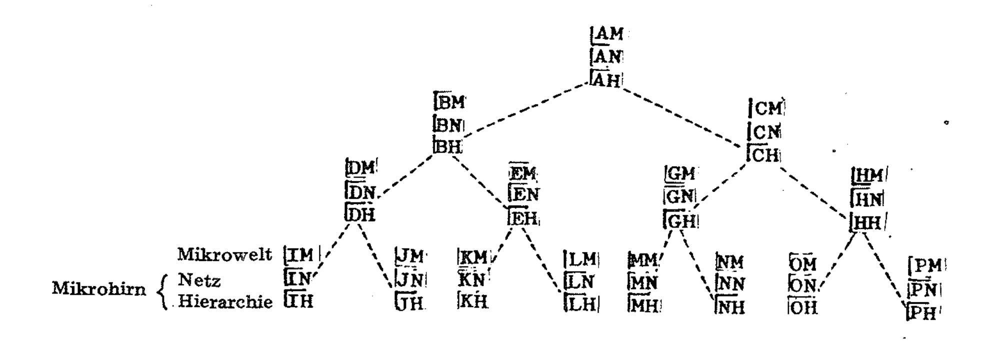


Bild 5: Mikrohirn mit Mikrowelt. In jedem jeweils übereinanderstehenden Tripel steht oben ein Element der Mikrowelt, welches das darunterstehende Element des Netzes bahnt. Dieses bahnt seinerseits das zuunterststehende Element der Hierarchie.

Ein Sachverhalt wird natürlich von dem Element der Mikrowelt gebahnt, welches er darstellt, zusätzlich von dem *H*-Element des in der Hierarchie übergeordneten Tripels. Die Regel für ein *N*-Element hat daher die allgemeine Form:

$$\text{WENN } z(M) + z(H\text{-}1) \geqslant S \text{ DANN } z'(N) = 1 \text{ SONST } z'(N) = 0$$

Besonderer Beachtung bedürfen die an der Basis der Hierarchie stehenden *H*-Elemente (Endhandlungen). In ihrer Regel muß zum Ausdruck kommen, daß sie auf die Mikrowelt einwirken. Die Regeln müssen jeweils so gewählt werden, daß der resultierende Zustand der Mikrowelt vom Mikrohirn weiterverarbeitet werden kann. Sie begründen also die formale Harmonie zwischen dem informationsverarbeitenden System und seiner Umwelt und lassen das System an sein Ziel gelangen.

Die Regel für ein basales *H*-Element hat dementsprechend folgende allgemeine Form:

$$\text{WENN } z(H) = 1 \text{ DANN } z(M_1) = z(M_2) = 1 \text{ etc.}$$

mit M_1, M_2 . . . als Elementen der Mikrowelt.

Wenn die Schwelle S jeweils so gewählt wird, daß alle Summanden größer als 0 sind, läuft das System folgendermaßen ab: Die Mikrowelt wird in einen Anfangszustand versetzt. Die Abbildungen der Mikrowelt in Sachverhalte ist jedoch von dem übergeordneten *H*-Element abhängig bis auf die Spitze der Hierarchie. Dort wird, falls AM positiv ist, AN positiviert und dementsprechend AH, welches man als Antrieb der Hierarchie bezeichnen kann. Dieses bahnt die Sachverhalte der darunterliegenden hierarchischen Stufe, so daß sich die Mikrowelt jetzt dort abbilden kann. Gleichzeitig werden die untergeordneten Operationen (BH und CH) gebahnt. Die Sachverhalte führen nun zu einer Selektion eines dieser untergeordneten *H*-Elemente und so fort bis ein basales *H*-Element die Mikrowelt verändert und sich der Zustand des Mikrohirns an diese Änderung wieder anpaßt. Die Hierarchie wird so sequentiell durchlaufen bis eine Endhaltung (PH) den Zielzustand (AM = 0) erreicht und damit den Antrieb außer Kraft setzt. Bild 6 zeigt eine Momentaufnahme dieses Geschehens.

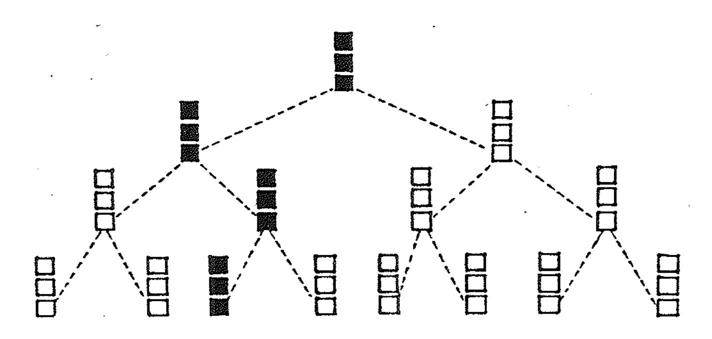


Bild 6: Momentaufnahme des auf der Mikrowelt handelnden Mikrohirns. Die Elemente der Mikrowelt, die vorhanden sind, sowie die aktiven Elemente des Mikrohirn sind schwarz ausgefüllt.

4. Wozu kann man das Modell gebrauchen?

Als erstes kann mit dem Modell experimentiert werden. So können Störungen der Harmonie durch die Mikrowelt untersucht werden und Möglichkeites des Mikrohirns sich darauf einzustellen. Dies läuft auf komplexe Phänomene wie z.B. Selbstbeeinflussungsmöglichkeiten der Hierarchie hinaus mit all ihren Folgen wie Planen, Denken und Erinnern.

Zweitens kann untersucht werden, welche Phänomene auftauchen, wenn die Harmonie durch das Mikrohirn gestört wird, d.h. psychophysiologische Theorien und die von ihnen behaupteten Parameterverschiebungen können im Modell simuliert und daraus Konsequenzen abgeleitet werden.

Drittens kann man das formale Modell mit einem Inhalt versehen. Wenn man die *H*-Elemente als Fragen deutet, so sind die in der Hierarchie distal davon stehenden Sachverhalte als Antworten anzusehen. Je nach Wahl der Antwort wird dann eine Anschlußfrage selektiert usw. D.h., mit einer solchen Fragehierarchie ist ein Dialog zu führen und als Endhandlungen könnten etwa diagnostische Überlegungen oder therapeutische Ratschläge resultieren. Zu diesem Zweck werden Hierarchien z. B. von B. Chandrasekaran et al. (1979) gebraucht.

Die breite Anwendbarkeit kann aber nicht darüber hinwegtäuschen, daß es sich bei den beschriebenen Hierarchien um starre Strukturen handelt, die nur automatenhafte Abläufe gestatten. Komplexere informationsverarbeitende Prozesse bedürfen daher struktureller Erweiterungen.

Schrifttum

BAERENDS, G.B.: Aufbau tierischen Verhaltens. In: Handb. d.Zool. (Kükenthal, W., Hrsg.) 8,10, 1 - 32 (1956)
BLEULER, E.: Dementia praecox oder Gruppe der Schizophrenien. In: Handbuch der Psychiatrie, Teil B/4. Hrsg.: G. Aschaffenburg. Deuticke, Leipzig, Wien 1911
CAROLL,I.B.: The study of language. Harvard University Press, Cambridge 1953
CHANDRASEKARAN, B., F. GOMEZ, S. MITTAL und J. SMITH: An approach to medical diagnosis based on conceptual structures. In: Proceedings of the Sixth International Joint Conference on Artificial Intelligence (134 - 142), Stanford 1979

CHOMSKY, N.: Syntactic structures. The Hague: Mouton 140 (1957)
DÖRNER, D.: Problemlösen als Informationsverarbeitung. Kohlhammer, Stuttgart 1976
GRAHAM, N.: Artificial intelligence. Tab. Books, Blue Ridge Summit 1979
HACKER, W.: Allgemeine Arbeits- und Ingenieurpsychologie Berlin 1973
HULL, C.: Essentials of Behavior. New Haven, Conn.: Yale Univ. Press, 1951
LINDSAY, P.H., D.A.: Einführung in die Psychologie. Springer, Heidelberg-Berlin-New York 1981
LORENZ, K.: Vergleichende Verhaltensforschung. Springer, Wien-New York 1978
MILLER, G.A., E. GALANTER, K.H. PRIBRAM: Strategien des Handelns. Klett, Stuttgart 1973
NEWELL, A., E.C. SHAW, H.A. SIMON: Chess playing programs and the problem of complexity IBM J. Res. Development, 2, 320 - 335, 179 (1958)
NILSSON, N.I.: Problem-solving methods in Artificial Intelligence. McGraw Hill, New York 1971
TINBERGEN, N.: The study of instinct. 1. Aufl. Oxford, Univ. Press 1951
v.CRANACH, M., U. KALBERMATTEN, K. INDERMÜHLE, B. GUGLER: Zielgerichtetes Handeln. Hans Huber, Bern-Stuttgart-Wien 1980
WINOGRAD, T.: A program for understanding natural language. Cognitive Psychology 3, 1 - 191 (1972)

Eingegangen am 14. Mai 1985

Anschrift des Verfassers: Dr. Roland Kalb, Psychiatrische Universitätsklinik, Schwabachanlage 6 u. 10, D-8520 Erlangen

Hierarchical Models of information-processing

Ethology and linguistics have shown that hierarchical models of information are useful. Today hierarchical organisation is used by followed by a hierarchical computer program interacting in a formal way. At last the possibilities of such hierarchical computer models are scanned.

Offizielle Bekanntmachung

Oficialaj Sciigoj de TAKIS

- Tutmonda Asocio pri Kibernetiko, Informadiko kaj Sistemiko -

Prezidanto: Prof.Inĝ. Aureliano CASALI, San Marino (RSM)
Ĝenerala Sekretario: D-ro Dan MAXWELL, Berlin (D)
Adreso: Dr.D.Maxwell, Technische Universität Berlin, FB1, Ernst-Reuter-Platz 7, 8.OG, D-1000 Berlin (D)

Protokolo de la TAKIS-Kunsidoj en Budapest 1985 en la domo Szamalk

1. Ĝenerala Asembleo

Dum Interkibernetik '85 en Budapest okazis la 29an de Julio je la 18:00 horo la 2a ĝenerala asembleo de TAKIS en la ĉeesto de la estraranoj d-ro Broczko (vicprezidanto, prof. Chen (vicprezidanto), prof. Frank (deĵoranta vicprezidanto), d-ro Lo Jacomo, d-ro Maxwell (ĝen. Sekretario kaj kasisto), prof. d-ro Sangiorgi (vicprezidanto), kaj prof. d-ro Weltner. Krome ĉeestis pluraj plenrajtaj membroj kaj ankaŭ kelkaj interesitaj aliaj kongresanoj.

Post voĉlegado de la protokolo de la 1-a ĝenerala asembleo (okazinta en San Marino) fare de d-ro Lo Jacomo kaj post kasraporto fare de d-ro Maxwell ekestis vigla diskuto pri la membrokotizo kaj pri datoj kaj lokoj por estontaj TAKIS-kongresoj. Kun ĝojo oni aŭdis la invitojn okazigi estontan TAKIS-kongreson en Czilina (prof. d-ro Palaveccino detaligis la oficialan inviton), same kiel la pretecdeklaron de la Budapestaj gastigantoj (prof. d-ro Szelezsan kaj d-ro Broczko), ankaŭ en la estonteco organizi en Budapest TAKIS-kongresojn. Jam antaŭe la Cybernetics Academy Odobleja (CAO) proponis, ke la unua TAKIS-kongreso okazu en Mallorca, sed pro la neĉeesto de rajtigita reprezentanto de CAO ne estis konata, ĉu tiu invito validos ankaŭ pro estonta jaro; krome momente mankas TAKISanoj en Mallorca, tiel ke oni ne certas momente pri la organizaj ebloj, sed taman la partoprenantoj traktis tiun lokon kieleblan kongreslokon por venonta kongreso.

(daŭrigo p. 192)

(Außerhalb der redaktionellen Zuständigkeit)

Offizielle Bekanntmachung

En la Komitaton de TAKIS la jenaj membroj estis unuanime elektataj por la jaroj 1986 kaj 1987 (la ĝisnuna Komitato estas surlistigita en grkg/Humankybernetik 1984/1): Inĝ. Bajareanu, d-ro Broczko, prof. Buda, prof. Inĝ. Casali, prof. Chen, prof Dragan, prof. Frank, d-ro Leyk, d-ro Lo Jacomo, d-ro Maxwell, prof. Pennacchietti, prof. Sangiorgi, s-ro Simonnet, s-ro Ŝojat, prof. d-ro Weltner estis reelektitaj kaj kiel novaj komitatanoj estis elektitaj d-ro Gromov, prof. d-ro Neuschl. prof. d-ro Palaveccino, prof. d-ro Szeleszan, prof. d-ro Vallee kaj d-ro Velkov.

2. Komitatkunsido

Tuj post la fino de la ĝenerala asembleo okazis la komitata kunsido en la ĉeesto de la jenaj komitatanoj: Broczko, Chen, Frank, Gromov, Lo Jacomo, Maxwell, Neuschl, Palaveccino, Sangiorgi, Vallée, Velkov kaj Weltner. Oni decidis (1) ne altigi la kotizon pro 1986, (2) starigi la finon de marto kiel limdaton por la pagado de aliĝkotizo kun abono de revuo en la koncerna jaro, (3) nuligi la bankkonton, tiel ke estonte validas nur la poŝtĉeka konto kaj (4) okazigu TAKIS-kongresojn ne en 1986 sed subteni la Kongreson de l'Association Internationale de Cybernétique en Namur, sed 1987 en Zilina kaj 1988 en Barcelona—Taragona. Prof. Inĝ. Casali estas unuanime reeliktita prezidanto pro 1986 kaj 1987. Krome oni reelektis en la estraron Broczko, Chen, Dragan, Frank, Leyk, Lo Jacomo, Maxwell, Pennacchietti, Sangiorgi, Ŝojat kaj Weltner; la novelektitaj estas la profesoroj Neuschl, Palaveccino kaj Vallée.

3. Estrarkunsido

okazis tuj post la fino de la Komitata Kunsido en la foresto de Dragan, Leyk, Pennacchietti kaj Ŝojat. Unuanime oni elektis pro 1986/87 kiel vicprezidantojn la profesorojn Chen, Frank, Neuschl, Palaveccino kaj Sangiorgi; Oni reelektis d-ron Maxwell kiel Ĝeneralan Sekretarion kaj Kasiston; helpant(in)o por la librotenado estu trovata.

Protokolis: d-ro Lo Jacomo kaj d-ro Maxwell

Oficialaj Sciigoj de AIS - Akademio Internacia de la Sciencoj San Marino

Laŭjura sidejo en la Respubliko de San Marino

Provizora Sekretariejo: KleinenbergerWeg 16A, D-4790 Paderborn, Tel. 0049-5251-64200 ✆
Kontoj: Banca Agricola Commerciale della Repubblica di San Marino, Konto N-ro 644
Volksbank Paderborn (BLZ 472 601 21; PĈK 3521-307 Hannover) EKSpec.Kto 860 4747 402

1. La 31an de oktobro, post dutaga debato, la Sanmarina parlamento aprobis la kadran leĝon pri universitatnivelaj studoj fareblaj kaj pri akademiaj titoloj akireblaj. Ekde la „2a Sanmarina Universitata Sesio“ (SUS 2), kiu okazos de la 27a de decembro ĝis la 5a de januaro 1985/86 en San Marino, AIS trasnprenos parton de la taskoj antaŭviditaj en tiu kadra leĝo, precipe la okazigon de universitataj kursoj kaj prelegserioj por kandidatoj, kiuj intencas adoptigi (t.e. aktualige aprobigi) eksterlandan titolon, kaj pli malfrue ekzameniĝi por pli alta akademia grado. La kadra leĝo difinas kvar gradojn, kies italaj nomoj estas „Diploma“ (post 2-3jara studado), „Laurea“ (post 4-6jara stuadado), „Specializzazione“ (post 1-2 studjaroj post la „Laurea“), kaj „Dottorato di ricerca“ (almenaŭ 3 studjaroj post la“Laurea“).

2. Krom pluraj debut-, docnetiĝ-, kandiat-, gast-, kaj liberaj prelegoj (kelkaj gast- kaj liberaj prelegoj ne estos en ILo sed en la Angla, Franca, Germana aŭ Itala) kaj krom kultura kadra programo, SUS 2 ofertos el pluraj fakoj kursojn po 8horajn de la profesoroj Guĝev (BG), Ferretti (RA), Frank (D), Muẑić (YU), Neergaard (DK), Pennacchietti (I), Szerdahelyi (H) kaj de aliaj. La aliĝkotizo (10 DM aŭ 6.500 LIT) inkluzivas la programkajeron kaj la partoprentajton je ĉiuj programeroj. Tamen, por ricevi ateston pri la vizito de kurso, la kandidato devas enskribiĝi (30 DM aŭ 19.500 LIT) kaj komplete partopreni la koncernan kurson aŭ sukcese ekzameniĝi (en ILo) pri ties enhavo. (Ne kompleta sed almenaŭ 6hora partopreno estos agnoskata kiel duona kurso partoprenita.)
Hotelmendoj (ĉambro kun manĝo ek de tage ĉ. 30.000 LIT - nur malmultaj malmutekostaj tranoktebloj sen manĝo haveblos!): Miriam Michelotti, La Grotta, RSM-47031 San Marino, Tel. 0039541-991214. (Partoprenontoj, kiuj ankaŭ intencas partopreni la TAKIS-Simpozion, kiu de la 29a ĝis la 31a de decembro okazos en SanMarino ekster SUS 2, povos ankaŭ ricevi hotelĉambron rabatitan pere de Istituto de Cibernetica, San Marino, Tel. 0039541;992071.)

3. La subtenaj membroj de AIS estas per sciigo en grkg/Humankybernetik 26/3(1985),p.141 konvokitaj al la laŭstatuta Asembleo, kiu okazos en „La Grotta“, San Marino, la 27an de decembro 1985/1685pfR, 17a horo: ĉefaj tagordaj punktoj: buĝeto, datoj de SUS 3, kaj aliĝebloj de novaj membroj.
Tiu ĉi ripeta diskonigo an ĉiuj subtenaj membroj anstataŭas perleteran inviton!

4. Okaze de SUS 2 kunvenos la Internacia Scienca Kolegio la 27an de decembro en „La Grotta“ ek de la 20a horo, kaj samloke Eŭropa Klubo (kaj eventuale ankaŭ aliaj kolektivaj subtenaj membroj de AIS) la 1-an de januaro ek de 11 h.

außerhalb der redaktionellen Zuständigkeit

Richtlinien für die Manuskriptabfassung

Artikel von mehr als 12 Druckseiten Umfang (ca. 36.000 Anschläge) können in der Regel nicht angenommen werden; bevorzugt werden Beiträge von maximal 8 Druckseiten Länge. Außer deutschsprachigen Texten erscheinen ab 1982 regelmäßig auch Artikel in den drei Kongreßsprachen der Association Internationale de Cybernétique, also in Englisch, Französisch und Internacia Lingvo. Die verwendete Literatur ist, nach Autorennamen alphabetisch geordnet, in einem Schrifttumsverzeichnis am Schluß des Beitrags zusammenzustellen - verschiedene Werke desselben Autors chronologisch geordnet, bei Arbeiten aus demselben Jahr nach Zufügung von „a“, „b“ usf.. Die Vornamen der Autoren sind mindestens abgekürzt zu nennen. Bei selbständigen Veröffentlichungen sind anschließend nacheinander Titel (evt. mit zugefügter Übersetzung, falls er nicht in einer der Sprachen dieser Zeitschrift steht), Erscheinungsort und -jahr, womöglich auch Verlag, anzugeben. Zeitschriftenbeiträge werden nach dem Titel vermerkt durch Name der Zeitschrift, Band, Seiten und Jahr. - Im Text selbst soll grundsätzlich durch Nennung des Autorennamens und des Erscheinungsjahrs (evt. mit dem Zusatz „a“ etc.) zitiert werden. - Bilder (die möglichst als Druckvorlagen beizufügen sind) einschl. Tabellen sind als „Bild 1“ usf. zu numerieren und nur so zu erwähnen, nicht durch Wendungen wie „vgl. folgendes (nebenstehendes) Bild“. - Bei Formeln sind die Variablen und die richtige Stellung kleiner Zusatzzeichen (z.B. Indices) zu kennzeichnen.
Ein Knapptext (500 - 1.500 Anschläge einschl. Titelübersetzung) ist in mindestens einer der drei anderen Sprachen der GrKG/Humankybernetik beizufügen.
Im Interesse erträglicher Redaktions- und Produktionskosten bei Wahrung einer guten typographischen und stilistischen Qualität ist von Fußnoten, unnötigen Wiederholungen von Variablensymbolen und übermäßig vielen oder typographisch unnötig komplizierten Formeln (soweit sie nicht als druckfertige Bilder geliefert werden) abzusehen, und die englische oder französische Sprache für Originalarbeiten in der Regel nur von „native speakers“ dieser Sprachen zu benutzen.

Direktivoj por la pretigo de manuskriptoj

Artikoloj, kies amplekso superas 12 prespaĝojn (ĉ. 36.000 tajpsignojn) normale ne estas akceptataj; preferataj estas artikoloj maksimume 8 prespaĝojn ampleksaj. Krom germanlingvaj tekstoj aperadas de 1982 ankaŭ artikoloj en la tri kongreslingvoj de l'Association Internationale de Cybernétique, t.e. en la angla, franca kaj Internacia lingvoj.
La uzita literaturo estu surlistigita je la fino de la teksto laŭ aŭtornomoj ordigita alfabete; plurajn publikaĵojn de la sama aŭtoro bv. surlistigi en kronologia ordo, en kazo de samjareco aldoninte „a“, „b“ ktp.. La nompartoj ne ĉefaj estu almenaŭ mallongigite aldonitaj. De disaj publikaĵoj estu - poste - indikitaj laŭvice la titolo (evt. kun traduko, se ĝi ne estas en unu el la lingvoj de ĉi tiu revuo), la loko kaj jaro de la apero, kaj laŭeble la eldonejo. Artikoloj en revuoj ktp. estu registritaj post la titolo per la nomo de la revuo, volumo, paĝoj kaj jaro. - En la teksto mem bv. citi pere de la aŭtornomo kaj la aperjaro (evt. aldoninte „a“ ktp.). - Bildojn (laŭeble presprete aldonendajn!) inkl. tabelojn bv. numeri per „bildo 1“ ktp. kaj mencii ilin nur tiel, neniam per teksteroj kiel „vd. la jenan (apudan) bildon“. - En formuloj bv. indiki la variablojn kaj la ĝustan pozicion de etliteraj aldonsignoj (ekz. indicoj).
Bv. aldoni resumon (500 -1.500 tajpsignojn inkluzive tradukon de la titolo) en unu el la tri aliaj lingvoj de GrKG/Humankybernetik.
Por ke la kostoj de la redaktado kaj produktado restu raciaj kaj tamen la revuo grafike kaj stile bonkvalita, piednotoj, nenecesaj ripetoj de simboloj por variabloj kaj tro abundaj, tipografie nenecese komplikaj formuloj (se ne temas pri prespretaj bildoj) estas evitendaj, kaj artikoloj en la angla aŭ franca lingvoj normale verkendaj de denaskaj parolantoj de tiuj ĉi lingvoj.

Regulations concerning the preparation of manuscripts

Articles occupying more than 12 printed pages (ca. 36,000 type-strokes) will not normally be accepted; a maximum of 8 printed pages is preferable. From 1982 onwards articles in the three working-languages of the Association Internationale de Cybernétique, namely English, French and Internacia Lingvo will appear in addition to those in German. Literature quoted should be listed at the end of the article in alphabetical order of authors' names. Various works by the same author should appear in chronological order of publication. Several items appearing in the same year should be differentiated by the addition of the letters "a", "b"; etc. Given names of authors, (abbreviated if necessary, should be indicated. Works by a single author should be named along with place and year of publication and publisher if known. If articles appearing in journals are quoted, the name, volume, year and page-number should be indicated. Titles in languages other than those of this journal should be accompanied by a translation into one of these if possible. - Quotations within articles must name the author and the year of publication (with an additional letter of the alphabet if necessary). - Illustrations (fit for printing if possible) should be numbered "figure 1", "figure 2", etc. They should be referred to as such in the text and not as, say, "the following figure". - Any variables or indices occuring in mathematical formulae should be properly indicated as such.
A resumee (500 - 1,500 type-strokes including translation of title) in at least one of the other languages of publication should also be submitted.
To keep editing and printing costs at a tolerable level while maintaining a suitable typographic quality, we request you to avoid footnotes, unnecessary repetition of variable-symbols or typographically complicated formulae (these may of course be submitted in a state suitable for printing). Non-native-speakers of English or French should, as far as possible, avoid submitting contributions in these two languages.

Forme des manuscrits

D'une manière générale, les manuscrits comportant plus de 12 pages imprimées (env. 36.000 frappes) ne peuvent être acceptés; la préférence va aux articles d'un maximum de 8 pages imprimées. En dehors de textes en langue allemande, des articles seront publiés régulièrement à partir de 1982, dans les trois langues de congrès de l'Association Internationale de Cybernétique, donc en anglais, français et Internacia Lingvo.
Les références litteraires doivent faire l'objet d'une bibliographie alphabétique en fin d'article. Plusieurs œuvres d'un même auteur peuvent être énumérées par ordre chronologique. Pour les ouvrages d'une même année, mentionnez "a", "b" etc. Les prénoms des auteurs sont à indiquer, au moins abrégés. En cas de publications indépendantes indiquez successivement le titre (eventuellement avec traduction au cas où il ne serait pas dans l'une des langues de cette revue), lieu et année de parution, si possible éditeur. En cas d'articles publiés dans une revue, mentionnez après le titre le nom de la revue, le volume/tome, pages et année. – Dans le texte lui-même, le nom de l'auteur et l'année de publication sont à citer par principe (eventuellement complétez par "a" etc.). – Les illustrations (si possible prêtes à l'impression) et tables doivent être numérotées selon "fig. 1" etc. et mentionées seulement sous cette forme (et non par "fig. suivante ou ci-contre").
En cas de formules, désignez les variables et la position adéquate par des petits signes supplémentaires (p. ex. indices).
Un résumé (500–1.500 frappes y compris traduction du titre est à joindre rédigé dans au moins une des trois autres langues de la grkg/Humankybernetik.
En vue de maintenir les frais de rédaction et de production dans une limite acceptable, tout en garantissant la qualité de typographie et de style, nous vous prions de vous abstenir de bas de pages, de répétitions inutiles de symboles de variables et de tout surcroît de formules compliquées (tant qu'il ne s'agit pas de figures prêtes à l'impression) et pour les ouvrages originaux en langue anglaise ou en langue française, recourir seulement au concours de natifs du pays.